COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CINÉMATIQUE. — *Sur une interprétation géométrique de l'expression de l'angle de deux normales infiniment voisines d'une surface, et sur son usage dans les théories du roulement des surfaces et des engrenages sans frottement.* Note de M. **H. Resal**.

« 1. Soient Ox, Oy deux axes rectangulaires tracés dans le plan tangent au point O d'une surface (S); r_0, s_0, t_0 les valeurs des dérivées partielles $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}$, $\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$, pour $x = 0$, $y = 0$. Pour des points de la surface infiniment voisins du point O, on peut écrire

$$(1) \qquad z = \tfrac{1}{2}(r_0 x^2 + 2s_0 xy + t_0 y^2).$$

» En désignant par X, Y, Z les coordonnées courantes pour le plan tangent au point m ou (x, y, z) infiniment voisin de O, on a pour l'in-

tersection AB de ce plan avec xOy

(2) $$X(r_0x + s_0y) + Y(s_0x + t_0y) = \tfrac{1}{2}(r_0x^2 + 2s_0xy + t_0y^2).$$

» Si n est la projection de m sur xOy et I l'intersection de On et AB, l'équation (2) fait voir que I est le milieu de On.

» En désignant par ε l'angle formé avec Oz par la normale en m, l'équation (1) conduit à

(3) $$\varepsilon^2 = [(r_0x + s_0y)^2 + (s_0x + t_0y)^2].$$

» Supposons qu'on se donne la position de la droite AB, parallèlement à laquelle on mènera l'axe Oy; désignons par i l'inclinaison de On sur Ox, ou le complément de l'angle formé par On et AB; par $d\sigma = \mathrm{OK}$ la distance de AB au point O.

» Le coefficient de X dans l'équation (2) devant être nul, on a

(4) $$\frac{y}{x} = -\frac{s_0}{t_0} = \operatorname{tang} i.$$

En remplaçant, dans l'équation (3), y par $-x\frac{s_0}{t_0}$, puis x par $2\,d\sigma$, on trouve

(5) $$\varepsilon = 2\left(r_0 - \frac{s_0^2}{t_0}\right)d\sigma.$$

Si ρ est le rayon de courbure de la section normale de la surface faite suivant On, on a, en ayant égard à la formule (4),

$$\frac{1}{\rho} = \cos^2 i(r_0 + 2s_0 \operatorname{tang} i + t_0 \operatorname{tang}^2 i) = \cos^2 i\left(r_0 - \frac{s_0^2}{t_0}\right),$$

et l'équation (5) devient

(6) $$\varepsilon = \frac{2\,d\sigma}{\rho\cos^2 i},$$

ce qui est l'interprétation dont il s'agit et qu'il est facile de traduire en langage ordinaire.

» Comme l'angle $\widehat{m\mathrm{IA}}$ est égal à l'angle $\widehat{n\mathrm{IA}} = \widehat{\mathrm{OIB}}$, on voit que $\overline{\mathrm{OI}}$ et $\overline{\mathrm{I}m}$ sont deux éléments consécutifs de l'hélice tracée sur le cylindre dont Oy, AB et leur parallèle en m sont trois génératrices consécutives, qui coupent ces génératrices sous l'angle $90° - i$. Il résulte de là que ces éléments sont aussi ceux de la section normale de (S) faite suivant OI.

» 2. *Roulement de la surface* (S) *d'un solide sur un plan.* — Supposons que le solide soit animé de la rotation instantanée Ω dont la direction rencontre le plan tangent xOy en un point A infiniment voisin de O. Cette rotation se décompose en deux autres, l'une Ω_z parallèle à Oz, et l'autre ω dans le plan xOy et dont AB est la direction. La première composante ne produira, dans le temps dt que des déplacements du second ordre des points de (S) infiniment voisins de O, les seuls qu'on ait à considérer, et l'on peut, par suite, en faire abstraction; la seconde aura pour effet de rabattre sur xOy le plan tangent en m entraînant (S) avec lui; il y aura roulement et l'on aura

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{\rho \cos^2 i}.$$

» La direction de la droite AB est arbitraire, excepté dans le cas où (S) est une surface développable : car, alors, cette droite doit être une génératrice de la surface; on a $t_0 = 0$ et, en même temps, $s_0 = 0$, puisque la section normale suivant AB est principale. L'équation (4) donne $\operatorname{tang} i = \frac{0}{0}$, ce qui devait être, et, en désignant par R le rayon de courbure de la section principale dont la trace est OK, la formule ci-dessus devient

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{R}.$$

» Si la surface (S) est à courbures opposées, et si Oy est une des asymptotes de l'indicatrice, les droites OI, AB doivent se confondre avec cette asymptote : c'est ce qui résulte d'ailleurs de l'équation (4) en y faisant $t = 0$. Il faut alors remonter à l'équation (3) qui donne, en y faisant $0 = t_0 = x$,

$$\varepsilon = s_0 y = \omega\, dt.$$

» 3. *Roulement de la surface* (S) *sur une autre surface* (S'). — Les deux surfaces sont tangentes en O. Soit m' le point de (S') où le plan tangent rencontre xOy suivant AB. On a, en accentuant les lettres,

$$\varepsilon' = \frac{2\, d\sigma}{\rho' \cos^2 i'}, \tag{6'}$$

par suite

$$\omega\, dt = 2\, d\sigma \left(\frac{1}{\rho \cos^2 i} \pm \frac{1}{\rho' \cos^2 i} \right), \tag{7}$$

en prenant le signe + ou le signe — selon que ρ, ρ' seront de sens contraire ou de même sens.

» Si les deux surfaces sont développables, AB sera une génératrice commune, et l'on aura $\omega\, dt = 2\, d\sigma\left(\frac{1}{R} \pm \frac{1}{R'}\right)$; les deux sections principales faites par zOx rouleront l'une sur l'autre. Il ne faut pas confondre ce roulement avec celui d'une surface développable sur le plan tangent à une autre surface développable (exemple, cône et cylindre).

» Revenons au cas général. Pour que le roulement de (S) puisse se continuer après que le plan tangent en m est venu se rabattre sur le plan tangent en m', il faut que m vienne coïncider avec m', ce qui exige que OI, IA soient deux directions conjuguées communes aux deux indicatrices, et alors on a

$$\omega\, dt = \frac{2\, d\sigma}{\cos^2 i}\left(\frac{1}{\rho} \pm \frac{1}{\rho'}\right).$$

Si l'une d'elles est une ellipse, les indicatrices admettent un système commun de diamètres conjugués et il y a deux directions suivant lesquelles le roulement peut se produire. Le lieu des points successifs O, m, m_1, ... de (S) roulera sur le lieu semblable relatif à (S'), et l'on aura ce qu'on peut appeler *deux lignes de roulement*.

» Si les deux indicatrices sont des hyperboles, il faut, pour que le roulement soit possible, que l'angle aigu des asymptotes de l'une d'elles soit compris dans l'angle aigu des asymptotes de l'autre. Dans le cas où Oy est une asymptote commune aux deux indicatrices, on a, en se reportant à la formule (3),

$$\varepsilon = s_0 y, \qquad \varepsilon' = s'_0 y'$$

et, en prenant $y' = y$,

$$\omega dt = (s_0 \pm s'_0) y.$$

» 4. *Engrenages sans frottement.* — Nous ne nous occuperons que de l'engrenage conique, qui comprend comme cas particulier l'engrenage cylindrique.

» Traçons sur le cône primitif mobile (C) une ligne géodésique; par le roulement de (C) sur le cône primitif fixe (C'), cette ligne déterminera sur le second cône une ligne géodésique qu'il est facile de construire. En menant les normales à (C), (C') aux points de leurs lignes géodésiques, on obtiendra deux surfaces gauches (S) et (S'), que nous prendrons pour former les dents de l'engrenage, qui seront tangentes au point de contact

des lignes géodésiques et dont ces lignes seront des lignes asymptotiques.

» La composante de la rotation instantanée du cône (C) dans le plan osculateur de sa ligne géodésique sera tangente à cette ligne.

» Il suit de là et de ce qui précède que (S) roulera sur (S′) suivant les lignes géodésiques de (C), (C′), et qu'on réalisera ainsi un engrenage sans frottement. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de l'élasticité;* par M. **H. Poincaré.**

« A l'occasion de ses intéressantes recherches sur l'élasticité qui lui ont permis de déterminer expérimentalement le rapport des deux coefficients de Lamé, notre éminent Confrère M. Cornu a attiré mon attention sur une question théorique au sujet de laquelle je désirerais présenter quelques observations.

» Soit un prisme rectangle élastique dont les six faces seront, si les axes de coordonnées sont convenablement choisis,

$$x = \pm a, \qquad y = \pm b, \qquad z = \pm c.$$

» Je suppose que les faces $z = \pm c$ soient soumises à des forces extérieures quelconques, mais que les quatre autres faces restent libres. Il s'agit d'étudier comment varie le rapport des deux rayons de courbure que prend une de ces quatre faces après sa déformation.

» J'adopterai les notations de Lamé, en désignant par N_1, N_2, N_3 les composantes normales des pressions qui s'exercent sur des éléments parallèles aux trois plans de coordonnées, et par T_1, T_2, T_3 les composantes tangentielles.

» On devra avoir alors en tous les points de la face $x = a$

$$N_1 = T_2 = T_3 = 0,$$

et comme cela a lieu quels que soient y et z, on aura aussi

$$\frac{dN_1}{dy} = \frac{dT_2}{dy} = \frac{dT_3}{dy} = 0, \qquad \frac{dN_1}{dz} = \frac{dT_2}{dz} = \frac{dT_3}{dz} = 0.$$

» La première des équations d'équilibre

$$\frac{dN_1}{dx} + \frac{dT_3}{dy} + \frac{dT_2}{dz} = 0$$

se réduit alors à

$$\frac{dN_1}{dx} = 0,$$

de sorte que les trois dérivées de N_1 sont nulles.

» De même sur la face $y = b$, on aura

$$N_2 = T_1 = T_3 = 0,$$
$$\frac{dN_2}{dx} = \frac{dN_2}{dy} = \frac{dN_2}{dz} = 0.$$

» Cela posé, j'appelle ξ, η, ζ les trois composantes du déplacement de la molécule x, y, z; λ et μ les deux coefficients de Lamé; θ la dilatation cubique

$$\theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}.$$

On aura

$$N_1 = \lambda\theta + 2\mu\frac{d\xi}{dx}, \qquad T_1 = \mu\left(\frac{d\zeta}{dy} + \frac{d\eta}{dz}\right)$$

avec les équations qu'on en peut déduire par symétrie.

» La surface $x = a$ déformée prend une courbure très peu prononcée, et l'indicatrice de cette surface a évidemment pour équation

$$\frac{d^2\xi}{dy^2}y^2 + 2\frac{d^2\xi}{dy\,dz}yz + \frac{d^2\xi}{dz^2}z^2 = 1.$$

» Si l'on suppose que l'on soit placé dans le plan $z = 0$ qui est un des plans de symétrie de la surface, si les mêmes forces sont appliquées aux deux bases du prisme, les axes de cette indicatrice sont parallèles aux axes de coordonnées et $\frac{d^2\xi}{dy\,dz}$ est nul. Le rapport des deux rayons de courbure principaux est alors égal au rapport des deux quantités $\frac{d^2\xi}{dy^2}$ et $\frac{d^2\xi}{dz^2}$.

» Or on a évidemment

$$\frac{d^2\xi}{dy^2} = \frac{1}{\mu}\frac{dT_3}{dy} - \frac{d^2\eta}{dx\,dy} = -\frac{d^2\eta}{dx\,dy},$$

puisque $\frac{dT_3}{dy}$ est nul sur la base $x = a$.

» D'autre part,

$$\mu\frac{d^2\eta}{dx\,dy} = \frac{dN_2}{dx} - \lambda\frac{d\theta}{dx}, \qquad \theta = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3\lambda + 2\mu},$$

d'où

$$\mu\frac{d^2\xi}{dy^2} = -\frac{dN_2}{dx} + \frac{\lambda}{3\lambda+2\mu}\left(\frac{dN_1}{dx} + \frac{dN_2}{dx} + \frac{dN_3}{dx}\right).$$

» On trouverait de même

$$\mu\frac{d^2\xi}{dz^2} = -\frac{dN_3}{dx} + \frac{\lambda}{3\lambda+2\mu}\left(\frac{dN_1}{dx} + \frac{dN_2}{dx} + \frac{dN_3}{dx}\right).$$

» Comme $\frac{dN_1}{dx}$ est nul sur le plan $x = a$, il vient

$$\mu(3\lambda+2\mu)\frac{d^2\xi}{dy^2} = -2(\lambda+\mu)\frac{dN_2}{dx} + \lambda\frac{dN_3}{dx},$$
$$\mu(3\lambda+2\mu)\frac{d^2\xi}{dz^2} = \lambda\frac{dN_2}{dx} - 2(\lambda+\mu)\frac{dN_3}{dx}.$$

» On sait que de Saint-Venant a étudié une solution particulière du problème de l'élasticité en supposant

$$N_2 = T_3 = N_1 = 0.$$

» Il en résulte que les termes en $\frac{dN_2}{dx}$ disparaissent et que le rapport des rayons de courbure est constant et égal à

$$\frac{-\lambda}{2\lambda+2\mu}.$$

» Mais le point sur lequel je désire attirer l'attention, c'est que cette relation est encore vraie, non seulement pour la solution particulière de de Saint-Venant, mais pour la solution la plus générale du problème. Seulement elle ne l'est plus sur toute la face $x = a$, mais seulement sur l'arête $x = a$, $y = b$; nous avons vu, en effet, qu'en tous les points de la face $y = b$ on a

$$\frac{dN_2}{dx} = 0.$$

Il en résulte que, au point

$$z = 0, \qquad x = a, \qquad y = b,$$

c'est-à-dire au milieu d'une des arêtes, le rapport des deux courbes prises par l'une des faces est égal à

$$\frac{-\lambda}{2\lambda+2\mu},$$

quelles que soient d'ailleurs les forces déformantes.

» C'est aux physiciens à voir s'ils peuvent tirer quelque parti de ces remarques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du* 13-14 *février.* Note de M. **Mascart.**

« Les enregistreurs des Observatoires de Nice, Toulouse, Clermont et Besançon ont reproduit également cette perturbation, avec toutes les circonstances constatées par les stations de Perpignan, Lyon, Nantes et Parc Saint-Maur; les détails du phénomène feront l'objet d'une étude ultérieure.

» D'autre part, l'aurore boréale correspondante, signalée d'abord aux États-Unis, a été également observée en Europe.

» Le 14 février, de 1^h à $1^h 10$ du matin (t. m. de Paris), M. A. Forel voyait à Morges une très belle aurore boréale; l'employé du télégraphe de la ligne Morges-Rolle fut réveillé vers minuit 25^m par un appel spontané de la sonnerie.

» Le même jour, entre minuit et 1^h du matin, M. P. Lefebvre observait à Troyes

» .... une aurore boréale d'une assez grande intensité, puisque le phénomène était parfaitement visible malgré l'éclat de la pleine lune.

» Une lueur pourpre s'est d'abord montrée dans la direction du nord; à mesure qu'elle s'élevait, le centre s'est déplacé sensiblement de l'est à l'ouest. Au moment du plus grand éclat, des rayons verticaux plus brillants et plus blancs, se sont montrés à plusieurs reprises. Enfin le phénomène a disparu derrière des nuages, après avoir subi un nouveau déplacement en sens inverse du premier.

» M. de Roquigny-Adanson m'informe que l'aurore a été observée à Parc-de-Baleine par un garde-chasse :

» Le 14, à 1^h du matin, toute la région nord du ciel, où l'on distinguait des bandes horizontales de nuages, apparaissait teinte de sang. Par endroits, la teinte était d'un rouge noirâtre, d'un rouge *sang de bœuf*.

» D'après les points de repère indiqués par l'observateur, les lueurs dégradées, affaiblies, de l'aurore s'élevaient à 13° ou 14° au-dessus de l'horizon.

» L'aurore s'étendait à peu près du NW$\frac{1}{4}$ sur N au NE$\frac{1}{4}$ sur N, embrassant ainsi un arc d'environ 70°.

» Son intensité lumineuse, comparable à celle d'un vaste incendie au début de l'observation, diminua bientôt progressivement et les dernières lueurs s'évanouirent à $1^h 30^m$ du matin.

» On signale aussi l'apparition de l'aurore dans la Méditerranée, au voisinage des côtes de Provence, à Rome, Bruxelles, Londres, au Canada, aux États-Unis au-dessus du 36e parallèle, etc.

» Les communications télégraphiques ont été troublées dans plusieurs pays; sur certaines lignes des États-Unis, les courants étaient assez intenses pour que la transmission des dépêches ait pu se faire sans le secours de piles électriques. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur une tache solaire observée à l'Observatoire de Meudon du 5 au 17 février courant.* Note de M. **J. Janssen**.

« M. J. Janssen met sous les yeux de l'Académie les photographies du Soleil, obtenues les 5, 9, 12 et 17 février courant et sur lesquelles on remarque une des taches les plus considérables observées pendant les dernières périodes solaires.

» Ce qui rend cette tache particulièrement remarquable et qui en a permis l'observation facile à l'œil nu, c'est l'étendue de la surface perturbée (dont le diamètre est environ de $\frac{1}{7}$ du diamètre du disque solaire) et le grand nombre des noyaux distribués sur cette surface. Deux de ces noyaux confondus dans la même pénombre ont de $\frac{6}{10}$ à $\frac{8}{10}$ de minute sexagésimale d'arc de diamètre, ce qui approche beaucoup des dimensions des plus grands noyaux observés.

» La grande échelle à laquelle ces photographies ont été obtenues permet l'étude des mouvements et les transformations que les noyaux ont subis depuis l'apparition de la tache le 5 février jusqu'au 19, jour où elle s'approchait de l'extrême bord. Cette étude est très complexe parce qu'il y entre comme éléments la variation de vitesse de rotation avec la latitude solaire, variation très sensible ici, en raison de l'étendue de la tache dans le sens des méridiens solaires, puis certains mouvements propres et enfin la variation des forces qui ont produit cette grande perturbation photosphérique. Si cette étude donne d'intéressants résultats, l'Académie en sera informée.

» A l'égard de la question des rapports entre les phénomènes de taches solaires et les perturbations magnétiques terrestres, M. Janssen ne voit, dans les faits constatés jusqu'ici, rien qui autorise encore à admettre cette corrélation. Cependant, comme on ne doit rien rejeter *a priori* et que l'étude de cette question ne peut qu'être profitable aux progrès de la

Science, il voudrait qu'on multipliât les observatoires météorologiques et magnétiques à la surface du globe, et principalement dans l'hémisphère sud, de manière à pouvoir démêler, au milieu des manifestations électriques et magnétiques, celles qui auraient un caractère général et simultané pour tout un hémisphère terrestre, car il est évident qu'il n'y a que des phénomènes de cet ordre qui peuvent être attribués à une action solaire.

» Dans cet ordre d'idées, M. Janssen serait heureux que son Confrère M. Mascart, qui a des relations étendues avec les observatoires météorologiques étrangers, voulût bien demander si, pendant la production de la grande aurore observée en Amérique et en Europe et à laquelle on doit attribuer les grandes perturbations magnétiques observées, il s'est manifesté quelque phénomène de cet ordre dans l'hémisphère sud. Sans doute, l'hémisphère sud étant surtout un hémisphère aqueux, les phénomènes auroraux y sont moins fréquents et moins intenses que dans le nôtre, et d'un autre côté les observatoires sont plus éloignés des régions aurorales. Les constatations sont donc ici beaucoup plus difficiles.

» Néanmoins, s'il était bien constaté que rien d'analogue et de simultané aux phénomènes observés dans l'hémisphère nord ne s'est produit dans le sud, on serait en possession d'un fait qui rendrait bien improbable la théorie de l'action solaire.

» Il paraît, dans tous les cas, que c'est par des études et des constatations de ce genre qu'on parviendra à élucider la question, encore si obscure, de la corrélation entre les accidents de la surface solaire et les phénomènes électriques ou magnétiques terrestres. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des hautes températures. Réponse à des observations de* M. H. Le Chatelier [1]; par M. **Henri Becquerel**.

« A la suite des observations que j'ai présentées à l'Académie pour rappeler les travaux de mon père sur la pyrométrie, M. H. Le Chatelier a publié une nouvelle Note au sujet de laquelle je dois faire quelques remarques.

» Les citations que j'ai rapportées montrent que la question avait été traitée en 1862. La moitié du Mémoire, soit une cinquantaine de pages, est consacrée à l'étude d'une relation entre la température des corps incan-

---

[1] Voir les trois derniers numéros des *Comptes rendus*.

descents et l'intensité de la lumière qu'ils émettent, ce qui n'empêche pas M. H. Le Chatelier de dire que la question n'a été abordée « que dans les » dernières pages, d'une façon incidente et dubitative ».

» Il serait trop long de rectifier toutes les interprétations de M. H. Le Chatelier, cependant je ne puis m'empêcher de relever quelques inexactitudes dans la manière dont il groupe les citations qu'il fait. Ainsi, dans la première citation de sa Note, des membres de phrases, pris dans les conclusions du Mémoire de mon père, pages 141 et 142, sont suivis d'une phrase écourtée qui se trouve page 108, et qui prend ainsi, pour le lecteur de la Note, un sens tout différent de celui qu'a la phrase *complète* dans le texte original. De même, la suppression de la phrase « Tous les corps » n'ont pas le même pouvoir d'irradiation à température égale », modifie considérablement le sens de la seconde citation. Le dernier passage cité par M. H. Le Chatelier ne figure pas, du reste, dans le Mémoire des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* (1864); c'est la raison pour laquelle je ne l'avais pas reproduit dans la Note que j'ai publiée.

» Enfin, M. H. Le Chatelier termine sa Note par un Tableau dans lequel il compare les nombres qu'il a déterminés à des nombres déduits par lui d'une formule donnée par mon père. Pour avoir des résultats comparables, il eût fallu mettre en regard les nombres obtenus pour des températures réellement les mêmes, aux points de fusion, par exemple, comme le montre le Tableau suivant où l'on a rapporté les déterminations faites par différents expérimentateurs.

	Températures estimées en degrés centigrades.			Intensité relative de la lumière émise par le platine				
				d'après M. Ed. Becquerel (¹) (rayons rouges).	d'après M. Violle.		relevée sur des courbes tracées d'après les données de la Note de M. H. Le Chatelier (rayons rouges).	
	Ed. Becquerel. (¹).	Violle.	Pionchon.		Raie C.	Raie D.		
Fusion de l'argent.	916°	954°	910°,5	1	1	1	0,019	1
Fusion de l'or....	1037	1045	»	3,63	3,27	3,64	0,057	3
Fusion du platine..	1480	1775	»	648,8	507	809	14,80	779
Platine fondu.....	1506	»	»	821,0				

» On voit que, si l'on prend une échelle commune des mêmes points fixes de température, les mesures optiques de M. H. Le Chatelier diffèrent peu de celle de mon père et de M. Violle. La divergence porte principa-

(¹) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, avril 1864, et *La Lumière*, t. I.

lement sur les évaluations des températures en degrés centigrades, pour lesquelles M. H. Le Chatelier n'a pas fait de mesures.

» A partir de 1200°, les températures estimées par mon père sont dues à une extrapolation hypothétique. De même, les nombres donnés par M. Violle, au delà de 1200°, sont dus à une extrapolation dont ses expériences sur l'iridium ont augmenté le degré de probabilité. Pour coïncider avec les résultats de l'extrapolation des expériences de M. Violle, il faudrait que la courbe des variations avec la température des forces électromotrices du couple platine-palladium présentât, au delà de 1200°, une inflexion considérable et une tendance rapide vers un maximum, dont l'existence ne peut être soupçonnée par le tracé des déterminations expérimentales de mon père. Cependant il est possible que le nombre obtenu pour la température de fusion du platine, par extrapolation au moyen du couple platine-palladium, se rapproche moins de la température exacte que le nombre déduit par l'extrapolation de la loi de variation de la chaleur spécifique du platine. Toutefois, le nombre 1775° paraît devoir être un peu trop élevé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du bore amorphe;* par M. **Henri Moissan.**

« Dans une Communication précédente, nous avons étudié l'action des métaux alcalins sur l'acide borique, et nous avons démontré que, dans ces conditions, on ne pouvait pas obtenir de bore pur ([1]).

» *Électrolyse.* — L'électrolyse des différents composés du bore ne nous a pas fourni de résultats importants. On sait depuis longtemps que l'acide borique anhydre ne conduit pas le courant électrique. Si l'on électrolyse le borate de soude fondu ([2]) qui, lui, est bon conducteur, on met d'abord du sodium en liberté, et l'on se retrouve dans les conditions que nous avons étudiées précédemment. On peut cependant rendre conductrice une masse d'acide borique en fusion, en y ajoutant 20 pour 100 de son poids de borate de soude. Un courant de 35 ampères, traversant ce liquide pâteux, met en liberté, au pôle négatif, une petite quantité de sodium qui s'unit aussitôt à l'électrode de platine pour former un alliage facilement fusible. Autour du pôle positif, on voit se dégager des bulles d'oxygène et

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 319.

([2]) W. Hampe, *Électrolyse du borate de soude* (*Chem. Zeit.,* t. XII, p. 841).

se former un nuage de bore amorphe. Seulement, dans les conditions où l'on opère, à la température de 1200°, la majeure partie du bore mise en liberté se recombine à l'oxygène avec une incandescence très vive. C'est une très belle expérience, mais le rendement en bore est des plus minimes. La poudre légère, de couleur marron clair, que l'on obtient après lessivage à l'eau bouillante, présente bien les qualités du bore pur, mais sa quantité a été trop faible pour en déterminer la composition.

» *Action du magnésium sur l'acide borique.* — Les résultats fournis par ces différents essais nous ont alors amené à reprendre l'étude de l'action du magnésium sur l'acide borique.

» Phipson (1), en étudiant la réduction des composés oxygénés, est le premier qui ait fait réagir le magnésium sur l'acide borique. Il a obtenu une masse noirâtre, ne dégageant pas de gaz au contact de l'eau, dont il n'a pas poursuivi l'étude.

» Peu de temps après, Geuther (2) réduisit le fluoborate de sodium par le magnésium. Dans cette préparation il se forme encore un borure alcalin, ainsi que dans le procédé classique de Berzélius.

» La même remarque peut s'appliquer à l'action du magnésium sur le borate de soude étudié par Gattermann (3).

» En 1879 Francis Jonnes (4), dans un travail fait avec beaucoup de soin, étudia la préparation de l'hydrogène boré impur qu'il obtint dans la décomposition par l'eau et par l'acide chlorhydrique d'un borure de magnésium préparé par l'action du magnésium sur l'acide borique. Dans ce premier travail, ainsi que dans celui publié deux années après, en collaboration avec Taylor (5), il eut soin d'ajouter toujours à l'acide borique un excès de magnésium; il fit remarquer seulement que, quand il chauffait trop le mélange, il obtenait une masse d'un brun marron qui renfermait une très grande quantité d'azoture de bore.

» Dans ses importantes recherches sur l'action du magnésium sur les composés oxygénés, M. Winckler (6) a repris dernièrement l'étude de la réduction de l'acide borique par le magnésium. M. Winckler a toujours fait

---

(1) Phipson, *London roy. Society*, t. XIII, p. 217.
(2) Geuther, *Jahresberichte*, p. 126; 1865.
(3) Gattermann, *Berichte*, p. 195; 1890.
(4) F. Jonnes, *Journal of the chemical Society*, t. XXXV, p. 41.
(5) F. Jonnes et Taylor, *Journal of the chemical Society*, t. XXXIX, p. 213; 1881.
(6) Winckler, *Berichte*, 24 février 1890.

réagir la quantité de magnésium nécessaire théoriquement pour enlever tout l'oxygène de l'anhydride borique; parfois il employait même une quantité double de poudre de magnésium. Dans tous les cas, comme ce savant l'a d'ailleurs remarqué, il se produit un mélange de bore et de borure de magnésium. Dans quelques cas déterminés M. Winckler a même donné la formule de ces borures. Il établit qu'il peut se former deux borures, l'un de formule $Mg^9 Bo^2$ et un autre $Mg^5 Bo^2$. Le plus riche de ces composés renfermait 54 pour 100 de bore.

» La réaction est tout autre si, au lieu d'employer la quantité de magnésium nécessaire théoriquement pour réduire l'anhydride borique, on ne met en réaction qu'un poids beaucoup plus faible. Dans ce dernier cas il se fait surtout du bore accompagné d'un borate de magnésie cristallisé et d'un borure non décomposable par l'eau. Le borate de magnésie cristallisé est insoluble dans l'eau et soluble dans l'acide chlorhydrique.

» Nous devons dire tout d'abord, pour expliquer les divergences que présentent les expériences des différents savants cités plus haut, qu'il existe deux borures de magnésium. L'un de ces borures est instable, décomposable par l'eau avec dégagement d'hydrogène et d'hydrogène boré, et l'autre, non décomposable par l'eau, n'est pas attaqué par les acides chlorhydrique et azotique. Nous avons obtenu ce dernier composé très bien cristallisé.

» On comprend que l'on pourra arriver, par des lavages réitérés à l'eau et à l'acide chlorhydrique, à séparer facilement le borate et le borure instable. La formation de l'autre borure devra être évitée autant que possible.

» *Préparation du bore amorphe.* — Le magnésium employé était en tournure très fine, préparé spécialement pour l'éclairage des objets à photographier. On le débarrasse d'abord des parcelles de fer qu'il peut contenir au moyen d'un aimant. Il est bon de s'assurer aussi que ce magnésium est exempt dans sa masse de silicium et de fer.

» L'acide borique doit avoir été refondu récemment au creuset de platine; il est très important qu'il ne contienne pas d'eau. Il faut rechercher aussi si cet acide borique ne contient ni soude, ni chaux, ni silice, impuretés qui se rencontrent très souvent dans les acides du commerce.

» Cet acide borique, pulvérisé, est mélangé intimement au magnésium dans les proportions suivantes :

Acide borique	210^{gr}
Magnésium	70^{gr}

» Cette proportion de magnésium répond seulement au tiers du poids du métal nécessaire pour enlever tout l'oxygène de l'acide. La réaction va donc se faire en présence d'un grand excès d'anhydride borique. Le mélange tassé dans un creuset de terre n° 14 est placé dans un fourneau Perot porté préalablement au rouge vif. Après quatre à cinq minutes, la réaction se produit et elle est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur, car le creuset atteint le rouge blanc. Lorsque l'acide borique est bien privé d'eau, on n'entend pas de bruissement. On laisse encore dix minutes au feu, puis l'on retire le creuset, toujours muni de son couvercle, et, après refroidissement, on trouve à l'intérieur un culot qui souvent peut se détacher avec facilité.

» En brisant le culot, on voit, sur la partie extérieure, une coloration noire, peu épaisse, tandis que toute la partie centrale plus ou moins caverneuse, possède une couleur marron; toute la masse est imprégnée de cristaux blancs de borate de magnésie. On sépare avec soin toute cette partie marron, on la fait bouillir avec un grand excès d'eau et d'acide chlorhydrique pur jusqu'à épuisement d'acide borique. Enfin elle est reprise six fois par l'acide chlorhydrique pur bouillant. Chacun de ces traitements à l'acide dure une journée. Le résidu est lavé à l'eau distillée, repris par une solution bouillante de potasse alcoolique à 10 pour 100, et repris à nouveau par l'eau distillée. Enfin, après décantation, il est traité par l'acide fluorhydrique à 50 pour 100. Ce dernier traitement se fait dans un alambic de platine, muni d'un réfrigérant à reflux, à la température de l'ébullition de l'acide et pendant dix heures. La matière, lavée à l'eau par décantation jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de réaction acide, est étendue ensuite sur des plaques poreuses de biscuit et séchée dans le vide en présence d'un grand excès d'acide phosphorique.

» On obtient ainsi une poudre marron très ténue, ne contenant ni eau, ni hydrogène, ni acide borique; elle est inaltérable à l'air; son rendement, par rapport au magnésium employé, est environ de 42 pour 100 et, à l'analyse, elle nous a fourni les chiffres suivants :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Bore	93,97	94,42	95,00
Magnésium	3,75	4,05	2,28
Insoluble	1,60	1,26	1,18
	99,42	99,73	99,46

» La petite quantité de magnésium que l'on rencontre encore dans cette

substance s'y trouve à l'état de borure, et l'on ne peut s'en débarrasser qu'en reprenant cette poudre par l'acide borique en fusion.

» Pour cela, on mélange ce bore avec 50 fois son poids d'anhydride borique en poudre, on le place dans un creuset de terre, en ayant soin de le maintenir entre deux couches d'anhydride borique, et l'on chauffe comme précédemment. Le culot est repris dans les mêmes conditions que celles que nous venons d'indiquer, sauf que les derniers traitements peuvent durer un temps beaucoup plus court. Il reste finalement une poudre marron, un peu plus claire que la précédente, ne contenant plus que des traces de magnésium et une très petite quantité d'une matière noire insoluble qui renferme un peu d'azoture de bore.

» D'après son analyse, elle contient :

Bore	98,30
Magnésium	0,37
Insoluble	1,18
	99,85

» Enfin, lorsque l'on veut obtenir le bore pur et complètement exempt d'azoture, on dispose l'expérience de la façon suivante :

» A chaque action du magnésium sur l'acide borique on emploie, pour éviter la présence de l'azote du foyer, un creuset brasqué avec un mélange en poudre fine d'acide titanique et de charbon, ainsi que l'ont indiqué Deville et Wœhler dans leurs recherches sur le titane. On obtient ainsi une poudre de couleur marron qui renferme une quantité de bore dont la teneur peut varier entre 99,2 et 92,60. Ce bore ne contient, comme impuretés, que des traces de silicium, de fer et de magnésium.

» Si l'on n'a pas eu soin de séparer du culot obtenu la partie extérieure noire, dont nous avons déjà parlé, le bore préparé dans ces conditions peut contenir une petite quantité de carbone ou d'un carbure de bore noir cristallisé dont l'existence a déjà été indiquée par M. Joly [1] (de 1 à 1,5 pour 100). Ce charbon provient de la réduction de l'oxyde de carbone du foyer par le bore amorphe. On l'évite en ne prenant que la partie centrale du culot, qui possède une belle couleur marron.

» Enfin on peut opérer la réduction de l'acide borique par le magnésium dans des nacelles de porcelaine placées dans un tube de même sub-

---

[1] H. Joly, *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 456.

stance traversé par un courant d'hydrogène sec et exempt d'azote. Les lavages se font comme il a été indiqué plus haut, et l'on obtient, dans ce cas, un bore bien exempt de carbone et d'azoture, mais dont le rendement est très faible. Cette délicate préparation nous a donné un bore pur ne contenant plus ni carbone ni azote.

» *Conclusions.* — La poudre de magnésium, chauffée en présence d'un excès d'acide borique, fournit un mélange de bore, de borate de magnésie et de borure de magnésium. Par des lavages successifs aux acides, on élimine le borate et la majeure partie du borure. En reprenant à nouveau par l'acide borique en fusion, on oxyde ce qui reste de borure et l'on obtient après lavage le bore amorphe ne contenant plus qu'une très faible quantité d'azoture.

» Lorsque l'on veut éviter la présence de ces traces d'azoture de bore, on doit opérer dans l'hydrogène ou brasquer les creusets à l'acide titanique, et dans ces conditions on prépare le bore amorphe pur.

» Nous continuons l'étude des propriétés du bore et de ses composés. »

HYDRAULIQUE. — *Sur une amélioration de l'appareil automatique à élever de l'eau à de grandes hauteurs, employé aux irrigations.* Note de M. **Anatole de Caligny.**

« J'ai présenté à l'Académie, le 19 novembre 1877 et le 13 février 1888, un appareil qu'on emploie à faire des *irrigations* au moyen d'une chute d'eau, chez moi, à Flottemanville près de Valognes (Manche). Depuis cette époque, la construction en a été modifiée de manière à simplifier cet appareil et à diminuer des pertes de force vive. L'eau s'élève beaucoup plus haut, par rapport à la chute motrice, que lorsqu'on n'y employait pas alternativement, d'ailleurs sans choc, un réservoir d'air.

» Dans le bélier hydraulique, l'air est toujours comprimé d'avance, ce qui change l'état de la question. L'appareil élevait l'eau verticalement et elle se déversait latéralement au sommet du tube d'ascension, dans un tuyau de conduite d'une grande longueur. Pour le système tel qu'il avait été exécuté, l'eau entrait latéralement dans le tuyau d'ascension.

» Aujourd'hui, il n'y a plus qu'un seul tuyau vertical apparent, en ce sens que celui qui est à compression d'air entoure celui d'ascension, qui se trouve toujours plein et qu'on pourrait appeler *tuyau réservoir.* Dans celui-ci on a disposé un autre tuyau de diamètre moindre se raccordant

avec celui qu'on désignera sous le nom de *tuyau d'évacuation*. Il résulte de cette disposition que, ce dernier n'atteignant plus le sommet du tuyau *réservoir*, une perte de force vive qui existait antérieurement est supprimée. Ainsi le liquide élevé est distribué, d'une manière continue, par la raison même que le tube *d'évacuation* se trouve plus bas que le sommet du tuyau *réservoir:* l'eau se débite donc assez régulièrement pour l'empêcher de déborder.

» Plus le tuyau *d'évacuation* est long, moins l'écoulement est variable, et, en effet, l'orifice qui débouche à l'extrémité la plus opposée ne cesse jamais de couler lorsque l'appareil est en train. L'inertie de la colonne liquide contenue dans le long tuyau *d'évacuation* remplace, jusqu'à un certain point, le mode de la vitesse acquise d'un volant pour une machine à mouvement circulaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les éthers acétoacétiques monochlorés, monobromés et monocyanés;* par MM. **A. Haller** et **A. Held.**

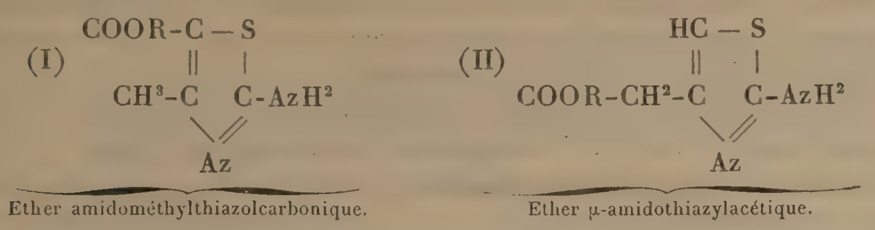
« Dans notre étude sur la synthèse de l'acide citrique ([1]), nous avons signalé les différentes réactions qui permettent de distinguer les dérivés acétoacétiques α halogénés de leurs isomères γ. Nous avons, en outre, montré que le composé monochloré obtenu par M. Mewes, M. Ossipoff, M. Genvresse et par nous, donne naissance à un mélange d'éthers α et γ cyanacétoacétiques, quand on lui fait subir la double décomposition avec le cyanure de potassium. Nous en avons conclu que l'éther monochloré, obtenu par chloruration directe, était un mélange des dérivés α et γ.

» M. Hautzsch, en se basant sur les belles réactions découvertes par lui, et que nous avons mentionnées dans notre Mémoire, n'arrive pas aux mêmes conclusions. D'après des recherches faites dans son laboratoire par M. Schiffer, et que le savant professeur nous a obligeamment communiquées, l'éther monochloroacétique, préparé dans les conditions décrites par nous, se comporte, à l'égard de la sulfourée et de la thioacétamide, comme de l'éther α monochloroacétoacétique. Avec de la sulfourée, il se forme exclusivement de l'éther *amidométhylthiazolcarbonique* ([2]) fondant

([1]) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 647, 682. — *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII; juin 1891.

([2]) Zurcher, *Annalen der Chemie*, t. CCL, p. 288.

à 175°, et non un mélange de ce composé avec son isomère, l'éther μ *amidothiazylacétique* (1) dont le point de fusion est situé à 94°.



Ether amidométhylthiazolcarbonique. Ether μ-amidothiazylacétique.

» Nous avons répété ces condensations et repris nos propres expériences : 1° avec le même éther chloré qui nous avait servi une année auparavant ; 2° avec un éther chloré fraîchement préparé.

» Condensé avec de la sulfourée, dans les conditions décrites par M. Zurcher (2), l'éther qui datait d'un an ne fournit que le dérivé I fondant à 175°.

» L'éther chloré fraîchement préparé se comporte de la même manière et ne fournit, outre le composé (I) fondant à 175°, que de petites quantités d'un corps fondant au-dessous de 100°.

» Toutes ces condensations ont été effectuées plusieurs fois et avec des quantités d'éther variables. La réaction au cyanure de potassium, telle qu'elle a été décrite par nous (3), ne donne avec l'éther ancien que des quantités très faibles (5 pour 100 environ) d'éther γ cyané, tandis qu'avec de l'éther nouvellement préparé le rendement monte parfois jusqu'à 25 pour 100.

» Dans les deux cas, on a toujours constaté la production de quantités notables d'éther α cyané. Ces essais confirment, en tous points, et nos précédentes recherches et celles de M. Hautzsch. Elles montrent, en outre, que l'éther monochloroacétoacétique, obtenu par chloruration directe, semble subir avec le temps une transformation partielle, puisque le même éther, qui fournissait primitivement de 20 à 25 pour 100 de dérivé γ cyané, n'en donne plus que 5 pour 100 au bout d'un an. Hâtons-nous d'ajouter que ce fait mérite une nouvelle confirmation ; nous nous proposons de l'entreprendre avec un éther chloré dont nous connaissons le rendement en éther γ cyané.

(1) Steude, *Annalen der Chemie*, t. CCLXI, p. 30.

(2) Zurcher, *loc. cit.*

(3) *Ann. de Chim. et de Phys., loc. cit.*

» *Action du cyanure de potassium sur l'éther monobromoacétoacétique de M. Duisberg.* — La constitution de ce dérivé, obtenu par bromuration directe, c'est-à-dire dans des conditions semblables à celles qui donnent naissance au composé chloré que nous venons d'étudier, est diversement envisagée suivant les réactions invoquées.

» MM. Hautzsch (1) et Steude (2) le considèrent comme un dérivé γ substitué. Pour M. Nef (3), il est constitué par un mélange d'éther α et d'éther γ. Nous ne pouvons que confirmer les recherches faites par M. Steude avec ce composé.

» Condensé avec de la sulfourée, il fournit, en effet, de l'éther *μ amidothiazylacétique* fondant à 94°, sans trace d'isomère, fondant à 175°.

» La constitution de cet éther comme dérivé γ bromé semblait donc bien établie, si l'on n'invoque que la réaction de M. Hautzsch; aussi l'avons-nous soumis à l'action du cyanure de potassium dans l'espoir d'obtenir un bon rendement en éther acétoacétique γ cyané, terme le plus important de notre synthèse d'acide citrique.

» 50gr de cet éther sont étendus de un demi-litre anhydre, puis additionnés de 20gr de cyanure de potassium desséché et pulvérisé. La réaction commence à froid; le liquide se colore rapidement en jaune, puis en brun rouge avec une fluorescence bleue. Au bout de vingt-quatre heures de contact, on termine l'opération en chauffant pendant trois ou quatre heures au bain-marie. On laisse refroidir, on filtre et on distille l'éther. On obtient comme résidu un liquide visqueux, brun noirâtre, qui, par refroidissement, se prend en une masse cristalline. On essore, on lave le produit solide avec de l'éther et l'on fait cristalliser dans le chloroforme. Par évaporation du dissolvant, il se dépose de volumineux cristaux d'un jaune d'or, fondant à 126° et possédant la composition et toutes les propriétés de l'éther succinosuccinique.

» Une autre portion de cet éther a pu être isolée de son mélange avec le bromure et le cyanure de potassium, déposé au sein de la liqueur primitive. Le rendement s'est ainsi élevé à environ 30 pour 100 de la quantité d'éther bromé employé.

» Le liquide mère, noirâtre, d'où l'on a séparé l'éther succinosuccinique, soumis à la distillation, se boursoufle, charbonne et ne donne pas trace d'éther γ cyanacétoacétique.

» Au lieu de rectifier ce produit, nous avons cherché, dans une autre

---

(1) *D. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2339.
(2) *Annalen Chem.*, t. CCLXI, p. 30.
(3) *Ibid.*, t. CCLXVI, p. 89.

opération, à caractériser la présence de l'éther γ cyané, en le transformant dans le composé [1] $C^2H^5.CO^2.CH^2.CHOH.CHCl.C\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup AzHHCl}{\diagdown OCH^3}$.

» Le liquide, débarrassé de la majeure partie de l'éther succinosuccinique, fut donc traité par de l'alcool méthylique saturé d'acide chlorhydrique. Il ne se forme pas la moindre quantité du chlorhydrate d'éther imide cherché, d'où nous avons conclu que ce liquide ne renfermait point de dérivé γ cyané.

» Parmi les produits formés, il nous a également été impossible de déceler la présence d'éther α acétocyanacétique.

» Les résultats inattendus que nous avons obtenus ne nous permettent point de formuler une opinion, quant à la constitution de l'éther bromoacétoacétique de M. Duisberg. Son auteur [2], en le traitant par du sodium, au sein d'une solution éthérée, l'a également transformé en éther succinosuccinique. D'autre part, M. Schœnbrodt [3] a constaté la formation de ce même composé dans le traitement de l'éther iodoacétoacétique par du cyanure d'argent; or cet éther iodé prend naissance en soumettant l'éther cuproacétoacétique à l'action de l'iode; sa constitution doit donc être celle d'un dérivé α. Enfin, comme l'a déjà fait remarquer M. Hautzsch (*loc. cit.*), la production d'éther succinosuccinique peut s'expliquer aussi bien en partant d'un éther α qu'en partant d'un dérivé γ halogéné.

» *En résumé,* ces recherches font voir que, suivant leur mode de préparation, suivant aussi les réactions mises en jeu, les éthers acétoacétiques monohalogénés se montrent tantôt comme des composés α, tantôt comme des dérivés γ, tantôt enfin comme un mélange de dérivés α et γ substitués. Des recherches que nous avons faites avec l'éther monobromé de M. Schœnbrodt et qui feront l'objet d'une prochaine Communication viennent encore à l'appui de cette manière de voir. »

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys., loc. cit.*
(2) *Annalen der Chemie,* t. CCXIII, p. 149.
(3) *Ibid.,* t. CCLIII, p. 183.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la déformation de l'écorce terrestre;* par M. MARCEL BERTRAND [1].

« Dans l'état où l'admirable synthèse de M. Suess a poussé nos connaissances géologiques, le problème de la déformation de l'écorce terrestre ne paraît plus inabordable, et il semble qu'il suffirait de quelques données nouvelles pour autoriser la recherche d'une loi générale. Je crois pouvoir montrer que nous avons à notre disposition une de ces données nouvelles, que les Cartes géologiques contiennent, à l'état latent en quelque sorte, un document et un instrument de recherches, dont on ne s'était pas avisé de tenir compte jusqu'ici : c'est le moyen de reconstruire la Carte géologique du fond de la mer à certaines époques déterminées.

» Ces époques sont celles où la mer est venue réoccuper de grands espaces qu'elle avait abandonnés; c'est spécialement, dans le bassin de Paris et dans celui de Londres, le début des temps crétacés. Pendant la période d'émersion, les couches plus anciennes avaient été plus ou moins dénivelées, plus ou moins entamées par l'érosion; la mer, en empiétant sur ses rivages, a substitué à cette surface inégale *une plaine de dénudation marine,* sur laquelle elle a étalé ses sédiments. Il est certain qu'il n'y a pas eu, depuis ce temps, dans nos régions, de déplacements, ou au moins de déplacements relatifs, appréciables dans le sens horizontal; par conséquent, tout point où ces sédiments reposaient sur la limite de deux terrains donnés, quels qu'aient été les mouvements ultérieurs, peut être considéré comme ayant oscillé sur une même verticale; il occupe la même place sur une Carte; et, en joignant les points où actuellement les Cartes géologiques nous montrent la même superposition, on reconstruit la courbe qui limitait les deux terrains : la série de ces courbes est précisément la Carte géologique du fond de la mer crétacée.

» Or la Carte géologique du fond de la mer, et surtout d'un fond de mer récemment nivelé par l'invasion marine, permet facilement de recon-

---

(1) Sur la proposition de M. Daubrée, l'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu* de la séance.

struire l'allure des terrains en profondeur : c'est ce que savent bien tous les géologues; c'est ainsi, pour citer l'exemple le plus connu, que MM. Potier et de Lapparent, en déterminant les échantillons recueillis dans les sondages sous-marins du Pas de Calais, ont pu indiquer avec certitude les couches où devaient passer les différents tracés du tunnel projeté.

» On voit l'intérêt de la méthode : nous pouvons ainsi arrêter et fixer en quelque sorte une phase de la déformation terrestre, déterminer, en les dégageant de tous les autres, les mouvements subis par l'écorce à un moment donné, et comparer ces mouvements à l'état actuel, défini par la géologie de la surface. On peut *a priori* attendre beaucoup de cette comparaison, mais les résultats en ont dépassé mes espérances.

» J'ai fait le travail d'abord pour le Boulonnais, puis pour toute la bordure du bassin de Paris et du bassin de Londres ; je l'ai étendu ensuite, quoique moins complètement, à d'autres régions et à d'autres époques dans le midi de la France. Partout le résultat a été le même, partout on trouve que les couches ont été plissées dans l'intervalle de temps, géologiquement très court, qui sépare leur émersion du retour de la mer. Et en même temps on voit se dessiner, avec une rigueur presque mathématique, une autre conclusion : les plis ainsi formés sont *exactement* dans le prolongement des plis plus anciens reconnus dans les terrains primaires voisins; ils sont *exactement* dans le prolongement des plis plus récents reconnus dans les terrains tertiaires. La coïncidence se vérifie pour plus de trente plis distincts; elle ne peut pas être fortuite. Or on sait avec certitude que les plis des terrains primaires étaient en partie dessinés depuis l'époque silurienne; on sait aussi que les plis tertiaires n'ont pas été terminés avant le début des temps miocènes. C'est donc à presque toute la durée des temps géologiques, depuis le silurien jusqu'au miocène, que s'appliquent les conclusions : *le ridement de l'écorce terrestre se fait d'une manière continue, et il se fait toujours aux mêmes places.*

» Ces idées ont déjà été proposées et soutenues par beaucoup de géologues; on avait allégué en leur faveur beaucoup d'arguments très sérieux, mais dont aucun n'avait été suffisant pour entraîner la conviction, ni même pour oser formuler la proposition comme une loi générale. La nouvelle méthode permet de multiplier pour ainsi dire indéfiniment des preuves qui, dès maintenant, me semblent définitives et incontestables.

» Puisque les ridements se forment toujours aux mêmes places, toutes les observations faites sur des plissements d'âges différents peuvent et doivent s'ajouter en se raccordant, et elles nous permettent, dès maintenant,

de déterminer l'allure des courbes de déformation. Une remarque bien simple permet même d'étendre cette étude aux parties recouvertes par la mer; le fond des mers n'étant pas soumis à l'action des dénudations, ce sont les mouvements du sol qui en ont déterminé les inégalités: on peut, par l'étude des courbes d'égale profondeur de la mer, aussi bien que par celle des courbes de niveau d'une couche géologique quelconque, ou de celles d'une ancienne surface de dénudation, en déduire la forme et le tracé des lignes de plissements.

» Cette étude pourtant n'est pas sans difficultés : le mouvement continu de ridement n'est pas le seul qui se produise dans les couches de l'écorce. On sait, et ma méthode me montre déjà avec netteté qu'il y a en outre, en certains points, des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement, des *oscillations séculaires*, comparables aux mouvements connus des côtes de Scandinavie, et tantôt élevant des dômes allongés, comme le Weald en est un exemple souvent cité, tantôt creusant des fosses profondes, comme celles qu'on connaît dans les Océans. Ce sont seulement les élargissements ou les rétrécissements de ces dômes ou de ces fosses, marqués par des rapprochements ou par des éloignements des courbes de niveau, qui peuvent déterminer le passage des courbes cherchées.

» On conçoit donc la possibilité d'arriver à un *tracé exact et continu* de ces courbes, mais ce tracé ne sera assuré qu'après une longue et sérieuse discussion. Je peux pourtant déjà annoncer sans hésitation le résultat suivant : les courbes amorcées en France et en Angleterre se poursuivent tout autour de la Terre, moins nettement pourtant à la traversée des grands Océans, et *elles forment une série de lignes ondulées, grossièrement parallèles à l'équateur*. C'est la conclusion que j'avais déjà indiquée pour les chaînes de montagnes.

» Ce résultat s'est présenté avec une telle netteté que j'ai été amené à rechercher, pour les diverses surfaces topographiques étudiées, la signification des inégalités des courbes de niveau dont je n'avais pas tenu compte, et j'ai trouvé que ces inégalités, conformément à ce que M. Hébert a montré pour les plis du bassin de Paris, se groupent *suivant des lignes exactement perpendiculaires aux précédentes*. Cette nouvelle série de déformations est en général (sauf dans les Océans) beaucoup moins accusée que la précédente.

» Elle permet d'énoncer cette règle d'une simplicité remarquable : la Terre se déforme progressivement, en se ridant suivant un réseau de courbes orthogonales, les premières circumpolaires, les secondes convergeant vers les régions polaires.

» L'étude des grandes chaînes de montagnes semble pourtant d'abord montrer quelques exceptions ; on sait en effet qu'en divers points les chaînes récentes rencontrent et coupent transversalement les chaînes plus anciennes; les deux exemples les plus connus sont celui de l'Andalousie, et celui du croisement des Sudètes et des Carpathes. Mais, en étudiant de plus près la question, on voit que les deux directions qui se croisent sont là à angle droit, l'une appartenant à notre premier système, l'autre au système orthogonal, et ces exceptions apparentes amènent à dégager une nouvelle loi : la formation des chaînes de montagnes est un épisode spécial et exceptionnel de la déformation de l'écorce, correspondant bien, comme le croyait Élie de Beaumont, à une rupture plus ou moins brusque d'équilibre. Et ce qui caractérise ces épisodes, en dehors des grands déplacements horizontaux, c'est que, au lieu de suivre une courbe définie d'un des réseaux, les plissements plus accentués épousent alternativement et en zigzag des courbes de l'un et de l'autre réseau.

» Ces résultats ont été déduits l'un après l'autre, et sans idée préconçue, des données antérieurement acquises et *de la nouvelle donnée introduite.* On ne peut s'empêcher de remarquer combien ils fournissent, au point de vue mécanique, une solution satisfaisante du problème qu'on est amené à se poser dans la théorie du refroidissement. Ce problème, en tenant compte du beau Mémoire de M. Davison (¹), peut se résumer de la manière suivante : Quelle forme prendra une enveloppe sphérique de mince épaisseur ($\frac{1}{1000}$ du rayon environ), forcée de s'appuyer sans discontinuité et en tous les points sur un noyau de forme invariable?

» Ce problème ne semble pas de ceux que puisse aborder l'analyse; mais il paraît évident que, *pour une déformation très petite*, on y satisfait approximativement par un double système de ridements suivant les méridiens et suivant les parallèles, de plus en plus accentués à mesure que les couches sont plus voisines de la surface. C'est ce que fait la Terre, en corrigeant même par les oscillations séculaires ce que la solution a d'imparfait. Mais, si la déformation est trop grande, cette solution cesse de pouvoir convenir, même comme solution approchée, et la Terre en est réduite à une déformation brusque, qui doit évidemment satisfaire à la condition de diminuer dans une même mesure la longueur des différents grands cercles de la surface. Il est naturel que cette déformation se fasse suivant les lignes de moindre résistance déterminées par les mouvements

(¹) *Phil. Transactions Royal Society*, 1887, p. 231.

antérieurs, et alors elle doit épouser alternativement et en traits brisés les courbes des deux systèmes. La Terre se trouve ainsi à peu près ramenée aux conditions initiales, et la même série de faits se reproduit.

» L'étude précise des déformations de l'écorce doit certainement arriver un jour à mettre en évidence leurs rapports avec de nombreux phénomènes de la Physique terrestre et même avec les résultats des observations astronomiques. Il serait sans doute prématuré d'aborder une pareille discussion; on me permettra pourtant d'indiquer, sous toutes réserves, une double conséquence. Je crois déjà entrevoir avec une grande probabilité que les lignes de déformation s'ordonnent, non pas autour des pôles, mais à peu près *autour des pôles magnétiques*. Il y aurait là, à mes yeux, une présomption sérieuse pour croire que le magnétisme terrestre, en grande partie du moins, est le résultat de ce travail continu de déformation. De plus, on ne voit pas quelle cause autre que la rotation de la Terre aurait pu déterminer le choix des parallèles et des méridiens de déformation; leur position actuelle nous indiquerait donc les points où l'axe de rotation perçait primitivement la surface. Ces points étaient alors les sommets de l'ellipsoïde terrestre, et, même si les déformations ont modifié la place de ces sommets, il n'y a pas de raison pour qu'ils soient venus coïncider avec les pôles actuels. Ce serait alors une vérification *géodésique* qui deviendrait possible. Comme l'a dit Laplace, « la Géologie, suivie sous » ce point de vue qui la rattache à l'Astronomie, pourra, sur beaucoup » d'objets, en acquérir la précision et la certitude. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Photographies de l'étoile* Nova Aurigæ, *faites à l'Observatoire du Vatican*. Note du P. F. **Denza**.

« La *Nova du Cocher*, annoncée par un télégramme de Kiel le 2 février courant, n'a pu être observée à l'Observatoire du Vatican que le soir du 7, par suite du mauvais temps. Elle avait été trouvée dès le soir du 6, mais les nuages empêchèrent presque aussitôt de la bien observer.

» Entre 7^h et 8^h du soir du 7 février, on fit deux épreuves photographiques, dont l'une portait l'impression du réseau préparée d'avance, ainsi qu'on le pratique pour les photographies de la Carte du ciel. Pour chacune de ces deux photographies, on fit cinq poses successives : la première, de cinq

minutes; les quatre autres, par ordre, de vingt, quinze, dix et cinq secondes, en déplaçant chaque fois le cliché en déclinaison d'une fraction de millimètre, comme on le fait pour les photographies du Catalogue. Dans toutes ces poses, l'étoile resta très bien imprimée, malgré l'éclat de la lune, qui contrariait l'opération. Cela prouve que l'astre était sans doute de 5e grandeur.

» Dans les deux photographies, l'image de l'étoile n'est pas aussi nette que les images des autres étoiles qui se sont imprimées sur le même cliché et qui sont parfaitement rondes; elle présente quelque peu de flou, ce qui donnerait lieu de croire à un récent embrasement de cette étoile.

» On la distingue très clairement à l'œil nu.

» Nous avons mesuré avec la plus grande exactitude possible la position de la *Nova* sur le cliché où était l'impression du réseau, et nous l'avons aussi déterminée directement avec le micromètre, la rapportant à l'étoile BD + 30°,913 (8^m,7), qui était restée également imprimée sur l'épreuve.

» On trouva que la *Nova* suit cette étoile en ascension droite de $1^m 52^s,2$, et se trouve plus au sud en déclinaison de $9'',2$.

» Nous avons déterminé la position de l'étoile nouvelle avec l'instrument méridien, et nous avons trouvé

$$\alpha = 5^h 25^m 3^s,4, \qquad \delta = +30^\circ 21' 42'',0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQTE. — *Sur les intégrales algébriques de l'equation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Léon Autonne.**

« Lorsqu'on cherche les intégrales algébriques de l'équation différentielle ordinaire du premier ordre, la seule difficulté théorique consiste à trouver un maximum pour le degré de l'intégrale. Le reste n'est plus qu'une affaire de calculs élémentaires et de tâtonnements en nombre limité à l'avance.

» Formulée dans le langage géométrique (voir ma Note du 9 novembre 1891) dont je fais usage au cours des présentes recherches, la question s'énonce ainsi : *Trouver un maximum pour le degré n d'une intégrante algébrique indécomposable* G, *située sur une surface algébrique donnée* $\mathfrak{F}$ *de degré* N.

» J'ai résolu ce problème, dans l'hypothèse toutefois où G est dépourvue de points multiples. Cette restriction tient à ce que les formules d'Halphen, dont je fais usage, ont été démontrées par leur auteur seule-

ment à l'égard des courbes algébriques gauches dénuées de points multiples.

» Supposons, ce qui d'ailleurs est le cas général, que sur la surface $\mathfrak{F}$ de degré N :

» 1° Les $N(N^2 - 2N + 2)$ points nodaux (voir ma Note du 9 novembre 1891) soient tous distincts;

» 2° Un nodal quelconque ne présente pas par rapport à $\mathfrak{F}$ d'autre singularité. Cette condition exclut notamment les *exposants* égaux à zéro, à ∞, à ± 1.

» Cela posé, voici le théorème :

» *Le degré n de l'intégrante algébrique irréductible* G, *sans points multiples, située sur* $\mathfrak{F}$, *ne peut dépasser le plus grand entier* [N] *contenu dans*

$$\frac{(N+1)(N+3)}{3} - \frac{2}{N+2}.$$

» Il est assez curieux que ce maximum dépende seulement du degré de la surface et non des exposants afférents aux divers nodaux.

» Soit ainsi $F(x_1, x_2, x_3, z) = 0$ l'équation de $\mathfrak{F}$; la recherche des courbes G se fera par un procédé élémentaire et régulier, grâce aux formules (1), (2), (3) et (4) de ma Note du 9 novembre 1891. On prendra les deux équations de la courbe G de degré $n \leqq [N]$

$$f(x_1, x_2, x_3) = 0, \qquad z = \frac{x_2\theta_1 - x_1\theta_2}{f_3}$$

avec

$$\sum_i \theta_i f_i = 0, \qquad f_3 = x_3(\theta_{11} + \theta_{22} + \theta_{33}) - \theta_3,$$

où f et θ_i sont des formes ternaires en x_i (la première irréductible) de degrés n et $n-1$ respectivement, avec

$$j, i = 1, 2, 3; \qquad f_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}, \qquad \theta_{ji} = \frac{\partial \theta_j}{\partial x_i};$$

on cherchera à disposer des coefficients des f et θ_i restés arbitraires de façon à rendre divisible par f l'expression

$$F(x_1 f_3, x_2 f_3, x_3 f_3, x_2\theta_1 - x_1\theta_2).$$

» En général, le nombre a des conditions dépassera le nombre b des paramètres dont on dispose; si $a = b$ il y aura, *pour le degré choisi n*, un

nombre fini d'intégrantes algébriques G situées sur $\mathcal{F}$; si $a = b - 1$, il existera sur $\mathcal{F}$ un faisceau de courbes G, et l'équation différentielle H, représentée par $\mathcal{F}$, sera intégrée algébriquement; le paramètre resté arbitraire jouera le rôle de la constante d'intégration. Enfin on ne peut avoir $a < b - 1$; car, par un point arbitraire de $\mathcal{F}$, il ne peut passer plus d'une intégrante, et si $a < b - 1$ il en passerait au moins ∞.

» Les formules (1), (2), (3) et (4) de ma Note du 9 novembre 1891, dont je viens de faire usage, résolvent, pour un degré donné n, complètement le problème relatif à la construction de la courbe G, c'est-à-dire au calcul des coefficients; mais les courbes G peuvent aussi être obtenues par voie purement géométrique.

» Avoir toutes ses tangentes situées sur un certain complexe linéaire, telle est la propriété de définition commune aux intégrantes tant transcendantes qu'algébriques; pour les courbes G de degré n, la définition peut être précisée davantage.

» Appelons plan *central* d'un point de l'espace le plan lieu des droites du complexe issues du point. Pour avoir affaire à une courbe G de degré n, *il faut et il suffit que, par un point quelconque de l'espace, on puisse mener n plans osculateurs, les n points d'osculation étant dans le plan central du point considéré.*

» Les courbes G ont bien d'autres propriétés curieuses. En voici une, par exemple : soient, dans un plan quelconque, g la projection de G (projection conique de sommet quelconque) et h la section de la développable, ayant G pour arête de rebroussement, les nombres pluckériens relatifs aux deux courbes planes g et h *se correspondent dualistiquement.*

» Il y aurait quelque intérêt peut-être à chercher comment mon maximum du degré de l'intégrale se rattache à ceux dont M. Painlevé a signalé l'existence, sans les donner explicitement, dans sa Communication toute récente du 8 février 1892; en effet, il ne peut manquer d'exister un lien entre deux théories se rapportant au même problème.

» Par contre, on ne peut établir de rapport entre mon maximum et celui que M. Poincaré a donné à la fin de son Mémoire, paru dans le Recueil de la Société de Palerme, 1891. L'éminent géomètre traite des équations *du premier degré;* or ces dernières sont représentées par des surfaces $\mathcal{F}$ unicursales, sur lesquelles les conditions relatives aux nodaux ci-dessus énumérés ne sont pas remplies. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations élastiques maximums des arcs métalliques*. Note de M. **Bertrand de Fontvioland**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Dans l'étude du projet d'un pont ou d'une charpente métallique avec fermes en arc, il est intéressant de déterminer quelle sera la déformation élastique maximum produite dans ces fermes par les charges et les surcharges qu'elles auront à supporter. La considération des déplacements élastiques maximums permet, en effet, de se faire une idée précise du degré de rigidité d'une construction de ce genre, et c'est, sans nul doute, pour ce motif principal, que le nouveau règlement ministériel du 29 août 1891 sur les ponts métalliques prescrit aux ingénieurs de « joindre » à l'appui des projets le calcul des flèches sous l'action de la charge » permanente et sous l'action de la surcharge ».

» Nous croyons donc utile d'énoncer le théorème suivant, qui simplifie notablement la recherche des déplacements élastiques maximums en faisant connaître les points de l'arc où ils se produisent :

» *Dans un arc quelconque, de section constante ou variable, sollicité par des charges quelconques, verticales ou non, les points de la fibre moyenne dont les déplacements élastiques sont maximums ou minimums appartiennent à des sections dont les déplacements angulaires sont nuls.*

» *Si le déplacement du point considéré a lieu au-dessus de la tangente à la fibre moyenne en ce point, il est maximum quand le moment fléchissant en ce même point est négatif; minimum dans le cas contraire. Si le déplacement a lieu au-dessous de la tangente, ces conditions sont renversées.*

» La démonstration de ce théorème se déduit des formules générales relatives aux déplacements élastiques des arcs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relation de la perturbation magnétique du* 13 *au* 14 *février* 1892 *avec les phénomènes solaires*. Note de M. **E. Marchand**, présentée par M. E. Mascart.

« La perturbation magnétique extrêmement forte du 13 au 14 février 1892 vérifie d'une manière bien remarquable la loi générale que j'ai déduite, en 1887, des observations faites à Lyon, sur le magnétisme et les

taches et facules solaires (*Comptes rendus* du 8 janvier 1887). En effet, les observations du Soleil montrent, les 10 et 11 février, un groupe de taches très étendu, *visible à l'œil nu*, à la latitude de — 26°, suivi d'un autre groupe de petites taches à la latitude de — 18°. Les passages de ces deux groupes au méridien central ont eu lieu aux dates suivantes : 11,9 février pour le premier; 13,1 pour le second. Des facules très étendues relient d'ailleurs ces deux groupes et s'étendent encore assez loin en arrière du deuxième.

» Or la perturbation magnétique a commencé à la date du 13,2 février; c'est-à-dire immédiatement après le passage du deuxième groupe de taches.

» Ajoutons que la *région d'activité*, dans laquelle ces deux groupes se trouvent, existe depuis très longtemps à la surface solaire, mais qu'elle n'a pas toujours renfermé des taches. En juin 1891, par exemple, elle ne contenait que des facules; à d'autres retours, elle renfermait des facules et des pores.

» A chacun de ses passages au méridien central, elle a donné une perturbation magnétique : quelques-unes de ces perturbations ont été relativement fortes, par exemple celles des 17 janvier 1892, 20 novembre 1891, 24 octobre 1891, 28 septembre 1891, 29 août 1891, 3 août 1891. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la réalisation de l'état sphéroïdal dans les chaudières à vapeur*. Note de M. A. **Witz**.

« Les explosions de chaudières par manque d'eau sont dues soit à un affaiblissement des parois résultant du surchauffement des tôles, soit à un excès de pression intérieure produit par une vaporisation violente; la première cause est vraisemblablement la plus fréquente, nous en possédons des preuves indiscutables, mais la seconde permet seule de rendre compte de certaines explosions pour ainsi dire tonnantes. Toutefois les appréciations des ingénieurs sur la genèse de ces pressions excessives sont fort différentes.

» Les travaux de Leidenfrost, Boutigny, Pouillet, Melsens, etc., ont fait connaître un état particulier de l'eau, que Boutigny a appelé l'*état sphéroïdal*, dans lequel la paroi rougie et non mouillée transmet le minimum de chaleur à l'eau, à tel point que l'évaporation semble suspendue : c'est ce phénomène qu'on fait intervenir le plus souvent pour expliquer les accidents causés par un abaissement du niveau de l'eau au-dessous de sa hauteur normale. On admet que, si une tôle vient à rougir, l'état sphé-

roïdal se produira au moment où le niveau sera rétabli, et que, par suite, la vaporisation sera presque nulle; mais, dès que la température de la paroi retombera au-dessous de 170°, l'eau mouillera de nouveau le métal et il se formera une quantité énorme de vapeur, capable de faire rompre la chaudière la plus résistante. Une légende s'est créée sur ces données, et la théorie de Boutigny est acceptée sans discussion.

» Elle paraît, du reste, confirmée par une expérience classique : une goutte d'eau est versée sur une lame décapée et polie, et, tant que la température du métal dépasse une certaine limite, le liquide garde la forme globulaire, sans s'évaporer sensiblement; une petite chaudière permet de simuler, par la projection d'un bouchon, l'explosion qui marquerait dans un générateur la fin de l'état sphéroïdal. Mais on peut se demander si les choses se passent encore ainsi quand l'eau est en grande masse par rapport à celle du métal et qu'elle occupe un volume considérable. J'ai été amené à soumettre cette question au contrôle de l'expérience.

» Il importait d'abord de déterminer l'intensité de l'évaporation avant et après l'état sphéroïdal, dans les conditions de l'expérience classique.

» On a opéré dans une large cuiller de fer, chauffée d'abord au bain-marie de mercure, puis à feu nu, dans laquelle on projetait 40gr d'eau distillée, en relevant avec soin le temps nécessaire à la vaporisation complète du liquide; voici les résultats obtenus :

Poids d'eau.	Durée de la vaporisation.	Température du métal.
	m s	°
40	2, 0	141
40	0,38	194
40	0,25	243
40	0,22	260
40	0,20	320
40	10,20	Rouge cerise.

» Ainsi, à l'état sphéroïdal, la puissance d'évaporation d'une même surface devient 31 fois moindre au rouge qu'à 320°; voilà bien le phénomène décrit dans les traités de Physique. Il est caractérisé nettement par un maximum de la puissance de vaporisation, suivi tout à coup d'une chute profonde : une courbe représenterait bien aux yeux cette succession d'effets.

» Opérons maintenant dans une chaudière et voyons comment les choses se passent. S'il y a état sphéroïdal, il sera dénoncé par ce maximum à la suite duquel l'évaporation deviendra 31 fois moindre. Par contre, s'il n'y a pas de maximum et qu'au contraire la vaporisation croisse continûment avec la température du métal, ne serons-nous pas autorisé à affirmer

que l'état sphéroïdal ne se produit pas dans les chaudières industrielles? Cette conclusion serait, dans ce cas, absolument indiscutable.

» Voici comment l'expérience a été disposée : une chaudière cylindrique, dont le fond plat circulaire mesure $3^{dcm},017$, est chauffée par le fond, à l'aide de brûleurs Bunsen, de brûleurs à air forcé, de becs oxhydriques, ou enfin de feux de coke ou de charbon de bois, de manière que l'on puisse régler à volonté l'intensité de ces foyers. Ce fond est amovible et il peut être constitué par des lames de tôle de 1^{mm} à 12^{mm} d'épaisseur. La chaudière renferme de l'eau distillée sous une hauteur de 80^{mm}; un appareil d'alimentation assure la constance du niveau du liquide et permet de mesurer avec une grande précision la quantité d'eau débitée. Je ne me suis pas occupé de la température de la tôle dans les différentes expériences, attendu que M. Hirsch a déjà fait cette détermination et qu'il a épuisé la question; mais j'ai concentré toute mon attention sur la marche des feux et sur les effets produits, au double point de vue de la nature et de la rapidité de la vaporisation. Le feu le plus intense que j'aie obtenu a été le feu de coke et d'escarbilles, alimenté d'air par un soufflet de forge; les brûleurs à gaz d'éclairage et oxygène développent moins de chaleur sur la surface totale du fond, bien qu'ils forment en certains points des dards de chalumeau extrêmement ardents.

» Les résultats de ces essais sont les suivants, sur une tôle de 12^{mm}, les seuls que nous puissions signaler dans cette Note :

Foyer.	Pression atmosphérique.	Température d'alimentation.	Quantité d'eau évaporée par mètre carré et par heure.
7 brûleurs Bunsen	745^{mm}	15°	$63^{kg},3$
» + 1 chalumeau soufflé	758	16	179,4
» + 1 chalumeau oxhydrique	758	18	200,9
» + 3 chalumeaux oxhydriq.	753	19	263,2
Feu de coke intense	760	19	433,5

» Dans ces expériences, la tôle n'a jamais rougi sous l'eau; les contacts du métal et du liquide étaient assurés par un soigneux décapage préalable; les supports de la chaudière étaient, par contre, au rouge blanc. L'évaporation est tumultueuse et bruyante, et le liquide est violemment agité en tous sens.

» Suspendons l'alimentation jusqu'à évaporation complète de l'eau, la tôle rougit aussitôt. Alimentons alors; nous sommes donc bien dans les conditions pratiques d'une chaudière ayant rougi par manque d'eau.

Foyer.	Pression atmosphérique.	Température d'alimentation.	Quantité d'eau évaporée par mètre carré et par heure.
7 brûleurs Bunsen { + 1 chalumeau soufflé + 1 chalumeau oxhydr. }	754^{mm}	14°	$662^{kg},8$
Feu de coke intense	760	90	994,3

» Dans ces deux essais, le rouge s'est maintenu sous l'eau, en alimentant à 14°; l'alimentation chaude ne l'a même pas assombri, et l'évaporation a atteint ce chiffre colossal de 994kg.

» Nous en concluons que l'effet Boutigny ne se produit pas dans les chaudières sur les tôles rougies, mais que la vaporisation est d'une activité qui mérite d'arrêter l'attention des savants et des ingénieurs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité du phosphate tricalcique et bicalcique, dans les solutions d'acide phosphorique*. Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Henri Moissan.

« Pour étudier la solubilité du phosphate tricalcique et celle du bicalcique dans l'acide phosphorique, nous avons préparé une série de six solutions, mesurant toutes les volumes de 100cc et contenant des proportions d'acide orthophosphorique égales à 5gr, 10gr, 15gr, 20gr, 25gr et 30gr. Nous dirons dès maintenant que 30gr de PhO^4H^3 pour 100 marque la limite des expériences. Quel que soit le phosphate avec lequel on opère, dès que la proportion précédente est dépassée, il se dépose du phosphate monocalcique.

» *Solubilité du phosphate tricalcique.* — Les six solutions d'acide phosphorique sont saturées par le phosphate tricalcique ajouté par petites portions et jusqu'à refus. On laisse toutes les solutions en présence d'un excès de phosphate pendant vingt-quatre heures, on filtre et on ramène toutes les liqueurs au même volume; on dose ensuite la chaux à l'état d'oxalate et l'acide phosphorique avec une liqueur titrée d'urane.

» Le Tableau suivant contient les résultats de tous ces dosages :

Solutions.	Poids d'acide employé.	Phosphate dissous anhydre	Acide combiné.	Acide libre.	Phosphate monocalcique formé.
N° 1.......	5	3,85	4,95	0,05	8,05
N° 2.......	10	7,28	9,31	0,69	16,59
N° 3.......	15	9,45	10,34	4,66	19,79
N° 4.......	20	12,50	12,10	7,91	24,57
N° 5.......	25	13,79	17,65	7,35	31,44
N° 6.......	30	15,10	19,32	10,68	34,42

» La comparaison des nombres contenus dans les diverses colonnes montre que le maximum de phosphate tricalcique, converti en monocalcique, correspond à une solution renfermant 10 pour 100 d'acide phosphorique; à mesure que l'on s'éloigne de

cette proportion, le poids de phosphate dissous comparé à celui de l'acide mis en œuvre, diminue progressivement, tandis que le poids d'acide libre ou non employé suit une marche inverse et augmente dans les mêmes rapports.

» *Action de la chaleur.* — On prend 50^{cc} de chacune des solutions précédentes; on les chauffe à 100° pendant une heure. Après refroidissement, on remarque que les nos 1, 2, 3 et 4 n'ont pas donné de précipité, tandis que les nos 5 et 6 ont abandonné un dépôt cristallin de phosphate bicalcique. Ces dépôts sont séparés par le filtre et l'on détermine ensuite la quantité de chaux et d'acide phosphorique disparu sous forme de phosphate bicalcique : avec ces données, on a dressé le Tableau suivant :

	Poids de phosphate bicalcique précipité.	Poids de phosphate monocalcique décomposé.
Nos 1, 2, 3, 4 ...	0	0
No 5...........	2,294	5,185
No 6...........	3,264	5,538

» Les résultats obtenus diffèrent de ceux que l'on pouvait prévoir; il semble, en effet, que les nos 1 et 2, qui contiennent des solutions neutres, doivent être dissociés de préférence aux nos 5 et 6, renfermant de l'acide libre. Ils s'expliquent cependant, si l'on remarque que, dans les nos 1, 2, 3 et 4, la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide libre avec l'eau ne saurait compenser le travail qu'exige le dédoublement du phosphate monocalcique en phosphate bicalcique et acide phosphorique; mais, lorsque la proportion d'acide libre est suffisante, ce qui a lieu avec les nos 5 et 6, la décomposition s'accomplit et la quantité de phosphate bicalcique croît avec l'acide libre.

» *Solubilité du phosphate bicalcique.* — Avec du phosphate bicalcique répondant à la formule [$PhO^4CaH + H^2O$], on a saturé une série de six solutions semblables aux précédentes; sur chacune de ces solutions on a répété les dosages de chaux et d'acide phosphorique, en se plaçant dans des conditions identiques.

» Le Tableau ci-après indique les résultats obtenus :

	Poids d'acide employé.	Phosphate bicalcique anhydre dissous.	Acide combiné.	Acide libre.	Phosphate monocalcique formé.
No 1..	5	4,30	3,101	2,899	7,60
No 2..	10	7,15	5,155	5,845	12,30
No 3..	15	9,30	6,706	8,290	16,00
No 4..	20	11,86	8,552	11,450	20,40
No 5..	25	13,40	9,662	15,338	23,00
No 6..	30	15,10	10,888	19,112	26,00

» La comparaison de ces nombres avec ceux qu'a donné le phosphate

tricalcique montre que la solubilité du phosphate bicalcique est plus faible. Comme pour le phosphate tricalcique, cette solubilité est d'autant plus grande que la solution contient moins d'acide phosphorique libre, tandis qu'avec le phosphate tricalcique, le maximum de phosphate monocalcique formé a été obtenu avec une solution à 10 pour 100. Ici, il est atteint lorsque la liqueur renferme seulement 5 pour 100 d'acide; toutefois, le poids d'acide libre reste supérieur.

» *Action de la chaleur.* — On chauffe à 100° pendant une heure toutes les solutions prises sous le volume de 50cc; elles ont donné un dépôt de phosphate bicalcique dont les diverses valeurs sont inscrites dans le Tableau ci-après. Il montre que la quantité de phosphate monocalcique décomposé va en croissant du n° 1 au n° 6 et reste inférieure à celles qu'avaient données les solutions de phosphate tricalcique.

	Phosphate bicalcique précipité.	Phosphate monocalcique décomposé.
N° 1.	0,960	1,658
N° 2.	1,30	2,246
N° 3.	1,40	2,419
N° 4.	1,60	2,764
N° 5.	1,90	3,260
N° 6.	2,30	3,974

» Il ressort des recherches que nous venons de mentionner que le phosphate tricalcique se dissout dans les solutions d'acide phosphorique en quantité bien plus grande que le phosphate bicalcique. La cause de cette différence semble résider dans un équilibre qui s'établit entre trois facteurs : l'eau, l'acide phosphorique et le phosphate monocalcique, et il semble que ce soit l'eau qui joue le rôle principal; elle partage son action entre le phosphate monocalcique et l'acide phosphorique, et tout dépend ensuite de la proportion des deux composés. En effet, la quantité maximum de phosphate dissous correspond à une solution renfermant 10 pour 100 d'acide; mais, si l'on augmente le poids d'acide, tout en laissant le volume des solutions constant, on diminue à la fois la quantité d'eau disponible pour la dissolution du phosphate monocalcique et partant la solubilité du phosphate employé. Lorsque les solutions contiennent peu d'acide libre, l'action de la chaleur est insensible; en effet, la chaleur de combinaison de la petite quantité d'acide qu'elles renferment ne peut pas compenser celle que nécessite le dédoublement du phosphate monocalcique; mais, si la proportion d'acide est suffisante, la réaction s'établit et se poursuit

jusqu'à la formation d'un équilibre entre l'eau et l'acide phosphorique stable à la température de l'expérience. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la stéréochimie de l'acide diacétyltartrique. Réponse à une Communication de M.* Le Bel. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Travail que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le 25 janvier, j'ai signalé à propos de l'acide diacétyltartrique quelques faits qui m'ont paru en désaccord avec la notation stéréochimique, et j'ai cité M. Le Bel parmi les auteurs de cette notation. C'est à tort, selon ce savant (*Comptes rendus*, p. 304), que « M. Colson et avant lui quelques autres » auteurs admettent que M. Le Bel prend pour base de *sa* Stéréochimie » l'hypothèse que les radicaux unis au carbone asymétrique ont leur centre » de gravité situé au sommet d'un tétraèdre régulier dont le carbone » occupe le centre. »

» D'après la suite de sa Note, la Stéréochimie de M. Le Bel est une sorte d'essai sur la cinématique chimique, tandis que la Stéréochimie telle qu'on l'enseigne est l'art d'établir des formules de constitution dans l'espace à l'aide de figures géométriques. Je sais que les règles qui président à l'établissement de ces formules ne sont pas absolument fixes. Ainsi l'on a enseigné jusqu'ici que le carbone asymétrique lui-même a la forme d'un tétraèdre régulier dont les sommets, qui ont même position relative les uns par rapport aux autres, représentent les valences. Au contraire, pour M. Guye, c'est l'édifice moléculaire lui-même qui forme un tétraèdre régulier. Dans un travail qui fit l'objet d'une Thèse soutenue en Sorbonne le 25 juin 1891, puis l'objet d'une Conférence à la Société chimique, M. Guye, concluant comme un fait d'expérience que l'on peut assimiler les radicaux à des atomes et que ces atomes sont à peu près orientés comme les quatre sommets d'un tétraèdre, M. Guye, dis-je, ajoute (*Thèse*, p. 18; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 154) :

» Pour une première appréciation et pour la simplicité du raisonnement, on peut, avec M. van t' Hoff, regarder ce tétraèdre comme régulier; c'est ce que je ferai dans la suite de mon travail, en tenant compte, s'il y a lieu, des réserves faites sur ce point par M. Le Bel.

» Or, une des principales réserves de M. Guye est relative à l'acétyltartrate de méthyle et, selon moi, cette réserve est cause d'une erreur

qui est de prendre pour des réalités les schémas $O-CO-CH^3$ et $CO-O-CH^3$.

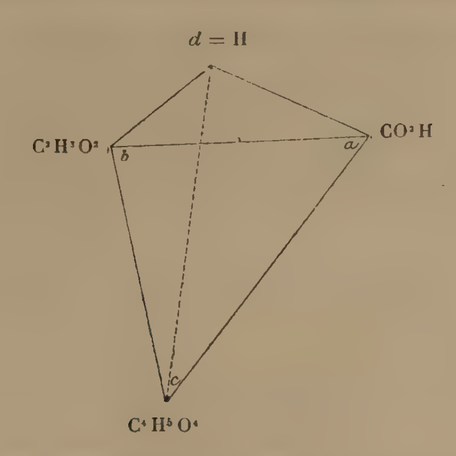
» On voit par là qu'il y a plusieurs stéréochimies. La réponse dont m'honore M. Le Bel montre, en outre, que les stéréochimistes les plus autorisés ne sont pas d'accord entre eux. M. Le Bel affirme, en effet, que M. van t' Hoff, pas plus que lui, n'admet que les quatre radicaux soient situés sur les sommets du tétraèdre. On vient de voir que M. Guye interprète M. van t' Hoff d'une façon opposée. J'ajoute que M. Guye, dont j'avais à discuter les nouvelles hypothèses, me paraît avoir choisi avec raison le tétraèdre régulier, car jusqu'ici une formule de constitution est un schéma destiné à rendre compte des faits. Tel est l'hexagone de Kékulé qui note d'une façon nette les isoméries dans la benzine. Tel paraît être, à première vue, le tétraèdre régulier. Quand ses sommets sont des points matériels différents, il a toujours un symétrique non superposable qui est son image dans une glace; mais, si deux sommets deviennent identiques, les deux formes se confondent en une seule. Or, tous les stéréochimistes admettent précisément qu'il existe toujours deux isomères quand le carbone est saturé par quatre groupes monovalents différents a, b, c, d (sommets du tétraèdre régulier) et que les isomères se réduisent à un corps unique dès que les deux radicaux deviennent identiques ([1]).

» Si, au contraire, le tétraèdre est irrégulier, le nombre des isomères devient considérable. Suivant que les sommets les plus rapprochés sont occupés par a et b ou par a et c ou par d et c, etc., on obtiendra autant de figures dissemblables qui ne correspondent à aucune forme connue. Bien plus, si le tétraèdre est irrégulier, on ne peut plus affirmer que, si la molécule renferme deux radicaux identiques, il n'y aura pas d'isomère (propriété fondamentale du carbone asymétrique).

» En un mot, le tétraèdre régulier permet de prévoir quelques propriétés, tandis que le tétraèdre irrégulier ne fait rien prévoir (surtout si c'est au carbone asymétrique qu'on attribue la forme).

([1]) M. Berthelot ayant objecté l'exemple du styrolène, M. van t' Hoff a affirmé, d'après ses essais sur le styrol brut, que M. Berthelot a expérimenté sur un corps impur (*Dix ans dans l'histoire d'une théorie*, p. 36). Mais M. Berthelot a répondu qu'il avait opéré sur du styrolène pur, volatil à température fixe et contrôlé par l'analyse élémentaire, ce qui rend illusoire toute objection systématique fondée sur l'étude d'un styrol brut, c'est-à-dire impur (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 53).

» Ceci posé, et restant entendu qu'une notation chimique correspond à des formules fixes (statiques), je me suis cru en droit de dire qu'on allège un des sommets du tétraèdre quand on lui enlève une partie des atomes qui le constituent. D'autant plus qu'en étudiant l'acide diacétyltartrique, j'espérais expliquer son pouvoir dextrogyre par la soudure d'une deuxième molécule d'acide avec perte de deux molécules d'eau. La soudure se faisant par les sommets *a* et *c* du tétraèdre, il en devait résulter une aggravation et non un allégement du sommet *a* et, par suite, une confirmation inté-



ressante des vues de M. Guye. L'expérience a démontré, au contraire, que le poids moléculaire de l'anhydride est 216 et non 432, c'est-à-dire qu'il se forme une chaîne fermée interne. Dans le cas d'une telle chaîne fermée, M. Le Bel convient que les nombreuses hypothèses à l'aide desquelles on parvient à expliquer le sens du pouvoir rotatoire sont insuffisantes, attendu que cette chaîne symbolique a pour effets : « 1° de déranger les radicaux » de leur position ; 2° de les immobiliser dans une position *particulière* alors » que primitivement ils pouvaient tourner autour d'un axe, ce qui produit » un déplacement *considérable* du centre de gravité ».

» On peut reprocher à cette façon d'envisager les formules des édifices chimiques : 1° leur manque de précision ; 2° leur tendance à considérer comme une vérité absolue ce qui n'est que formule schématique.

» Quant aux faits que j'ai avancés, M. Le Bel leur apporte une confirmation inattendue en signalant l'exemple de l'oxyde de propylène. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique de l'isopropylate de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. En dissolutions étendues, l'alcool isopropylique et la soude ne réagissent pas. J'ai trouvé, en effet, à $+12°$:

$C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) . . . . $-0^{Cal},05$

nombre précisément égal à la chaleur de dilution de la soude $-0,06$ de $1^{éq} = 2^{lit}$ à $1^{éq} = 4^{lit}$. L'isopropylate de sodium est donc complètement détruit par l'eau pour ce degré de dilution ($1^{éq} = 4^{lit}$). Il se comporte comme les alcoolates sodiques des autres alcools monoatomiques.

» II. A la même température, j'ai obtenu, pour les chaleurs de dissolution :

De $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	$\overset{Cal}{+16,40}$	($1^{éq} = 4^{lit}$)
De $C^6H^8O^2$ iso. liq.	$+3,64$	($1^{éq} = 2^{lit}$)

d'où l'on déduit :

$C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol. = H gaz + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	$\overset{Cal}{+30,27}$
$C^6H^8O^2$ iso. liq. + NaO sol. = HO sol + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	$+15,405$
$C^6H^8O^2$ iso. liq. + $NaHO^2$ sol. = H^2O^2 sol. + $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	$-1,60$
C^6 sol. diam. + H^7 gaz + Na sol. + O^2 gaz = $C^6H^7NaO^2$ iso. sol.	$+108,77$ (1)

» Avec l'alcool propylique primaire, j'avais trouvé, pour ces quatre réactions :

$+32,52$, $+17,66$, $+0,65$, $+108,65$ (1).

» III. L'étude des deux combinaisons triisopropyliques que j'ai décrites récemment comprend les déterminations suivantes :

Chaleur de dissolution de $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$.	$\overset{Cal}{+14,47}$	($1^{éq} = 10^{lit}$)
» » $C^4H^5NaO^4$, $3C^6H^8O^2$.	$+11,81$	($1^{éq} = 10^{lit}$)
$C^6H^7NaO^2$ iso. ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $3C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$).	$+0,13$	
$C^4H^5NaO^4$ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + $3C^6H^8O^2$ iso. ($1^{éq} = 2^{lit}$).	$-0,08$	

---

(1) Ces deux nombres $+108,77$ et $+108,65$ sont calculés en prenant pour les chaleurs de formation des deux alcools les nombres $+78,50$ et $+76,33$, déduits des chaleurs de combustion récemment déterminées par M. Louguinine. Si l'on prenait l'ancien nombre $+67^{Cal}$ pour les deux alcools, on trouverait $+97,27$ et $+99,56$.

d'où l'on déduit

$C^6H^7NaO^2$ iso. sol. + $3C^6H^8O^2$ iso. liq. = $C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$ iso. sol. . $+12^{Cal},98$
$C^4H^5NaO^4$ sol. + $3C^6H^8O^2$ iso. liq. = $C^4H^5NaO^4, 3C^6H^8O^2$ sol. . . . . $+5^{Cal},04$

soit, en moyenne, $+4^{Cal},33$ et $+1^{Cal},68$ pour chaque molécule d'alcool isopropylique fixée sur les alcoolates. On remarque, en effet, en préparant ces combinaisons, que la première est beaucoup plus stable que l'autre.

» IV. La comparaison de ces résultats donne encore

$4C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol. = H gaz + $C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$ iso. sol. . . . . $+43^{Cal},25$

nombre supérieur à la chaleur dégagée par

Na sol. + Aq liq. = NaO en dissolution étendue + H gaz. . . . . $+43^{Cal},08$

» En outre, j'ai dissous l'isopropylate $C^6H^7NaO^2$ solide dans un grand excès (environ 80 molécules) d'alcool isopropylique liquide. Il se dégage seulement $+10^{Cal},49$ (¹). On en déduit, pour la réaction

$C^6H^7NaO^2, 3C^6H^8O^2$ iso. sol. + $80C^6H^8O^2$ liq.
= $C^6H^7NaO^2$ iso. dissous dans $80C^6H^8O^2$ iso. liq.,

une *absorption* de $-2^{Cal},49$.

» J'ai vérifié directement que cette dissolution absorbe $-2^{Cal},78$, ce qui concorde sensiblement. Je prendrai la moyenne, $-2^{Cal},63$.

» Enfin ces nombres permettent de calculer la réaction

$80C^6H^8O^2$ iso. liq. + Na sol.
= H gaz + $C^6H^7NaO^2$ iso. diss. dans $80C^6H^8O^2$ iso. liq. . . . . $+40^{Cal},62$

dissolution qu'il est impossible d'effectuer dans le calorimètre, précisément parce qu'elle est trop lente, moins exothermique que la plupart des réactions analogues, et aussi à cause du peu de solubilité de l'isopropylate triisopropylique qui recouvre les fragments du métal d'une croûte blanche.

» V. Ces faits conduisent à plusieurs conséquences importantes :

» 1° L'action du sodium sur $C^6H^8O^2$ iso. liq. donne seulement $+30^{Cal},27$, au lieu de $+33^{Cal}$ environ avec les alcools primaires (+32,52

(¹) J'ai dû, pour ces expériences, déterminer la chaleur spécifique de l'alcool isopropylique. Elle est égale à 0,613, entre +40° et +10°, pour 1^{gr}, soit 36,78 pour $C^6H^8O^2$ liq. (60^{gr}).

avec l'alcool propylique). Si donc la fonction alcool primaire solide est caractérisée par le nombre $+32^{Cal}$, la valeur de la fonction alcool secondaire serait $+30,27-0,52$, soit $+29^{Cal},75$. La différence est de $2^{Cal},25$.

» L'alcool isopropylique s'écarte encore des autres alcools monoatomiques par ce fait que la dissolution de $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. sol. dans un grand excès d'alcool isopropylique et endothermique $-2^{Cal},63$, tandis que la chaleur de formation de ce composé est positive et considérable $+12,98$. Il en résulte que, lorsqu'on fait agir Na sur $nC^6H^8O^2$ iso. liq., le maximum thermique a lieu pour $n=4$. Le nombre $-2,63$ doit être voisin de la chaleur de fusion de la combinaison triisopropylique. Il faut donc admettre que l'excès d'alcool isopropylique dissout simplement la combinaison cristallisée $C^6H^7NaO^2$, $3C^6H^8O^2$ iso. et qu'il ne se forme pas de combinaisons polyalcooliques liquides comme avec les autres alcoolates. On connaît d'ailleurs d'autres faits analogues. Ainsi les chaleurs de dissolution dans l'eau de $BaHO^2$ et de $BaHO^2$, $4H^2O^2$ sont $+5,1$ et $-7,1$; il en est de même pour les hydrates de strontiane $+4,8$ et $-7,5$; dans ces deux cas, les nombres $-7,1$ et $-7,5$ expriment à peu près la chaleur de fusion de l'hydrate secondaire; au contraire, les hydrates de soude donnent des chaleurs de dissolution toujours positives. On remarque, en outre, que les chaleurs de dissolution négatives des hydrates secondaires correspondent à une faible solubilité (hydrates de baryte et de strontiane), tandis que les hydrates de soude sont très solubles dans l'eau; de même, l'isopropylate de sodium triisopropylique est à peine soluble dans trente molécules d'alcool isopropylique et l'éthylate triéthylique se dissout dans deux molécules d'alcool éthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide tartronique et les tartronates de potasse et de soude*. Note de M. G. MASSOL.

« I. L'acide tartronique que j'ai employé est en gros prismes transparents, fondant à 155° avec dégagement d'acide carbonique. Ces cristaux sont anhydres; ils se dissolvent dans l'eau avec absorption de chaleur : (pm = 120 dans 4^{lit}) — $3^{Cal},75$.

» II. *Tartronates de potasse.* — Les chaleurs de neutralisation sont :

			Cal
$C^3H^4O^5$	(pm = 4^{lit}) +	KOH (pm = 2^{lit})	+ 13,77
$C^3H^3O^5K$	(pm = 6^{lit}) +	KOH (pm = 2^{lit})	+ 12,48
$C^3H^4O^5$	(pm = 4^{lit}) +	2KOH (pm = 2^{lit})	+ 26,25

» Le sel acide est en magnifiques cristaux affectant la forme de prismes très obliques à base rhombe, sans facettes secondaires. Ils renferment une demi-molécule d'eau, qu'ils perdent à 110°. Le sel anhydre se dissout dans l'eau, en absorbant $-7^{Cal},5$.

» Le tartronate neutre de potasse est en gros cristaux anhydres, qui se dissolvent en absorbant $-4^{Cal},75$.

» III. *Tartronates de soude*. — Les chaleurs de neutralisation sont :

$$C^3H^4O^5 \ (pm = 4^{lit}) + NaOH(pm = 2^{lit}) \ldots \quad +13^{Cal},75$$
$$C^3H^3O^5Na(pm = 6^{lit}) + NaOH(pm = 2^{lit}) \ldots \quad +13,65$$
$$C^3H^4O^5 \ (pm = 4^{lit}) + 2NaOH(pm = 2^{lit}) \ldots \quad +27,40$$

» La dissolution aqueuse, évaporée au bain-marie en consistance sirupeuse, se décompose partiellement en dégageant de l'acide carbonique.

» Dans l'étuve, à 100°, le sel fond, se boursoufle, puis se solidifie par le refroidissement. L'analyse du produit montre que l'acidité a diminué considérablement; il y a eu transformation partielle en glycolate.

» Le sel neutre constitue une masse cristalline très déliquescente, qui se déshydrate complètement à 110°, sans décomposition.

» La chaleur de dissolution est $-3^{Cal},00$.

» IV. Ces données ont permis de calculer les chaleurs de formation des sels solides :

$$C^3H^4O^5 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^3H^3O^5K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +31^{Cal},4$$
$$C^3H^3O^5K \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^3H^2O^5K^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +23,6$$
$$C^3H^4O^5 \text{ sol.} + 2KOH \text{ sol.} = C^3H^2O^5K^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +55,0$$
$$C^3H^4O^5 \text{ sol.} + 2NaOH \text{ sol.} = C^3H^2O^5Na^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots \quad +49,07$$

» V. L'acide tartronique étant l'acide oxymalonique, il est intéressant de comparer les chaleurs de combinaison de ces deux acides :

	Acide malonique.	Acide tartronique.
	Cal	Cal
1er KOH.................	+27,87	+31,4
2e KOH.................	+20,70	+23,6
	+48,57	+55,0
2NaOH.................	+41,4	+49,07

» *Conclusions*. — 1° Les quantités de chaleur dégagées par l'acide oxymalonique sont supérieures à celles que dégage, dans les mêmes conditions, l'acide malonique; 2° ce résultat est conforme à ceux que j'ai obte-

nus en comparant les acides malique et tartrique (oxysuccinique) avec l'acide succinique ([1]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le poids spécifique des fibres textiles.* Note de M. Léo Vignon.

« Les fibres textiles condensent les gaz à la manière des corps poreux. Quelques-unes de ces substances se mouillent difficilement et incomplètement par l'action de l'eau à la température ordinaire; il s'ensuit qu'on ne peut employer, pour la détermination de leur poids spécifique, le voluménomètre de Regnault. La méthode du flacon, celle de la balance hydrostatique ne leur sont pas applicables dans les cas ordinaires.

» Il est important, d'autre part, de déterminer le poids spécifique des fibres textiles sans que celles-ci aient subi l'action d'une température élevée, cette température pouvant modifier leur état initial.

» D'après ces considérations, je me suis astreint à opérer à la température ordinaire : j'ai employé la méthode de la balance hydrostatique, mais en substituant à l'eau un liquide chimiquement neutre, mouillant bien les textiles. La *benzine* pure répond bien à ces conditions. En outre, par l'action du vide ou d'une pression très réduite, j'ai amené l'élimination des gaz condensés.

» Cette méthode étant appliquée avec les précautions d'usage, on obtient des résultats rapides, constants et précis.

» Si l'on dispose d'une balance hydrostatique sensible au dixième de milligramme, il suffit d'opérer sur un poids de bourre ou de fil compris entre $0^{gr},5$ et $0^{gr},6$. L'élimination des gaz condensés est facile et complète, par l'action d'une pression réduite correspondant à $H = 0^{m},050$ de mercure, s'exerçant pendant 5 à 10 minutes.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Poids spécifique de différents textiles.

(Déterminés à 18°, en opérant dans la benzine pure par la méthode de la balance hydrostatique, les textiles renfermant leur proportion normale d'humidité).

Fibres textiles.	Poids spécifiques.
Coton en bourre	1,50
» en fils	1,51
Laine peignée	1,30
» en fils	1,30

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1047.

Fibres textiles.	Poids spécifiques.
Soie de France grège	1,33
» trame grège	1,32
» décreusée, 1er écheveau	1,34
» décreusée, 2e écheveau	1,34

Poids spécifique de la soie. — J'ai recherché comment variait le poids spécifique de la soie suivant les différents états techniques de ce textile.

Industriellement, la soie peut être ou *souple* (ayant perdu 4 à 5 pour 100 de son grès) ou *cuite* (ayant perdu la totalité de son grès).

» Sous ces deux états, la soie est capable d'absorber des charges organiques (tannins), ou minérales (étain), ou mixtes (tannin et étain), qui augmentent beaucoup son poids. La détermination des poids spécifiques, dans ces divers cas, en partant de la même soie initiale, conduit aux chiffres suivants :

Poids spécifiques de la soie sous ses divers états, renfermant leur proportion normale d'humidité (déterminés à la température de 18°).

» Les modifications de poids déterminées par les charges sont indiquées à partir de la soie grège initiale ; un rendement de 50 pour 100 exprime que 100gr de soie écrue initiale pèsent après la charge 150gr.

Soies.			Pour 100.	Poids spécifiques.
Soies simples.	Type non chargé	Perte	4,43	1,33
	Charge au tannin	Rendement	47,28	1,37
	Charge à l'étain	Id.	71,70	1,94
	Charge mixte	Id.	70,36	1,66
Soies cuites.	Type non chargé	Perte	25,72	1,34
	Charge au tannin	Id.	7,04	1,37
	Charge à l'étain	Rendement	58,64	2,01
	Charge mixte	Id.	32,82	1,60

» La présence du tannin n'élève que très peu le poids spécifique de la soie. Les charges métalliques l'augmentent beaucoup. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la vitalité des germes des organismes microscopiques des eaux douces et salées.* Note de M. **A. Certes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une Note communiquée à l'Académie le 7 novembre 1881 (¹), j'ai eu l'honneur de lui signaler l'extrême vitalité des œufs d'un petit

(¹) *Comptes rendus,* 7 novembre 1881 : *Sur la vitalité des germes de l'*Artemia salina *et du* Blepharisma lateritia.

Crustacé branchipode, l'*Artemia salina*, que j'ai retrouvé vivant dans des cultures de sédiments desséchés et conservés depuis plus de trois ans. Ce résultat était d'autant plus intéressant qu'il s'agissait, dans l'espèce, d'eaux à forte salure, provenant du chott Timrit, près de Boutinelli (province de Constantine).

» Depuis lors, ainsi que je l'avais annoncé à l'Académie, j'ai multiplié les cultures de sédiments d'eau douce et d'eaux salées de toutes provenances. Ces expériences, comme les précédentes (¹), ont toujours été faites à l'abri des germes atmosphériques et avec toutes les précautions usitées en Microbiologie. Grâce à l'obligeance de mes correspondants, elles ont été continuées pendant plus de quatorze ans avec les matériaux d'étude les plus variés (²) et en nombre largement suffisant pour que je me croie autorisé à tirer des faits constatés un certain nombre de conclusions (³).

» I. Tous les sédiments mis en culture, quelles qu'aient été leur provenance et la durée de la dessiccation, ont donné, dans les conditions ci-dessus énoncées, et même pour les sédiments marins, sous de fortes pressions (⁴), des microbes variés, quelques-uns tout à fait caractérisés, comme

---

(¹) *Mission scientifique du cap Horn: Protozoaires*, t. VI; 1889.

(²) En dehors des matériaux recueillis par moi-même, j'ai utilisé ceux qui m'ont été remis par M. A. Milne-Edwards et par le Dr Hyades et qui provenaient des expéditions du *Talisman*, du *Travailleur* et de la *Romanche* (cap Horn) ainsi que par M. Tranchant, administrateur des Messageries maritimes (Australie, Shanghai).

Des officiers de notre marine m'en ont également fourni : le commandant Touchard (Tonkin, Chine, Japon, Ceylan), le commandant Bénier (campagne du *Fabert*, Nouvelles-Hébrides, Nouvelle-Calédonie, Seychelles, île Pomotou, archipel de Santa Cruz, Djeddah, 1889), le lieutenant de vaisseau Herou (Levant). Je dois également des remerciements à mes Collègues de la Société zoologique, MM. Chaper (Cuba, côte d'Afrique, Bakou, Borneo), Dr Jousseaume (mer Rouge) et le regretté abbé Cuillieret, aumônier de la flotte, dont les derniers envois parvenus presque en même temps que la nouvelle de sa mort venaient de Tahiti (Honolulu, Papeete, Papeari) et des lacs Amers (Suez). Enfin j'ai également utilisé les précieuses ressources du laboratoire d'Arcachon dirigé par M. Viallanes et de nombreux échantillons recueillis à l'Exposition de 1889, grâce à l'obligeance des délégués de nos Colonies.

(³) Le compte rendu détaillé de ces expériences sera publié dans les *Mémoires de la Société zoologique de France*.

(⁴) *De l'action des hautes pressions sur les phénomènes de la putréfaction et sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer* (*Comptes rendus*, 25 août 1884).

le *Spirobacillus gigas* des citernes d'Aden ([1]), par exemple, d'autres en plus grand nombre se rattachant aux espèces banales.

» II. Les cultures de sédiments marins, qu'ils proviennent de la superficie (débris, algues, sargasses) ou des grands fonds (débris, vases), ne donnent jamais d'Infusoires ciliés ni d'organismes plus élevés dans la série animale. J'aurai cependant à discuter certaines expériences dans lesquelles j'ai trouvé de très petits organismes, autres que des microbes, Rhizopodes et Flagellés.

» III. Les cultures de sédiments d'eaux douces et saumâtres et plus sûrement encore les cultures de foin, de feuilles et d'herbes desséchées, donnent toujours des Flagellés, des Ciliés et parfois des Rotifères et des Annélides. Les sédiments recueillis à l'abri de la lumière, dans des grottes profondes qui possédaient de petits lacs, m'ont donné les mêmes résultats.

» IV. Les sédiments des chotts et des lacs salés, situés à l'intérieur des terres, que j'ai eu occasion de mettre en culture après dessiccation, se comportent absolument comme ceux des eaux douces ou saumâtres. Il me suffit de rappeler ici l'exemple de l'*Artemia salina,* et, parmi les divers Infusoires qui se sont succédé, à plusieurs années de distance, dans les cultures des chotts, le *Sparotricha vexillifer* et le *Menoidium astasia* qui n'avaient été rencontrés jusqu'alors que par le savant professeur Geza Entz dans les lacs salés de la Hongrie.

» Je ferai remarquer, à cette occasion, que si les cultures de sédiments desséchés sont fertiles d'une manière générale, on ne trouve plus que des microbes et des moisissures dans les sédiments humides, longtemps conservés en cet état. Les eaux mêmes rapportées dans des flacons bien bouchés sont l'occasion de nombreux déboires. Il n'y a qu'un petit nombre d'espèces banales, parmi les Infusoires, qui résistent à des cultures artificielles indéfiniment prolongées, tandis que, dans les mêmes conditions, les Anguillules et les Acariens se montrent beaucoup plus robustes. Récemment encore je retrouvais des Acariens vivants dans des cultures datant de 1886 et dans des dépôts de terre humide recueillis au cap Horn, en 1882.

» Mes expériences sur la faune des eaux thermales sont trop récentes et ne sont pas assez nombreuses pour que je veuille en tirer des conclusions même provisoires.

([1]) *Sur un* Spirille géant *développé dans les cultures de sédiments d'eau douce d'Aden* (*Bull. Soc. zool. de France,* 23 juillet 1889).

» *En résumé,* les lois biologiques qui se dégagent de cet ensemble d'observations et d'expériences sont conformes aux prévisions de la théorie. Tout se passe de telle sorte que le repeuplement des mares, des lacs et des chotts soit assuré après comme avant les sécheresses prolongées auxquels ils sont exposés, malgré la température développée par un soleil torride et quelle que soit la composition chimique des eaux.

» Rien de pareil ne se produit pour les espèces marines (¹) qui, d'une manière générale, n'ont jamais à subir l'épreuve de la dessiccation prolongée.

» Le microbe, qui est le facteur essentiel du cycle vital, le grand artisan des fermentations et de la putréfaction, en un mot, qui a pour rôle de ramener finalement les matières organiques à leurs principes immédiats, le microbe résiste à la dessiccation prolongée et se retrouve partout.

» Il est plus facile de constater la survie des organismes que de déterminer si elle est due à la réviviscence d'organismes adultes ou, plus simplement, à ce que les enveloppes des germes jouissent d'une résistance spéciale. La preuve d'une véritable réviviscence est cependant faite pour certaines espèces. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'embryogénie de l'*Oniscus murarius *Cuv. et du* Porcellio scaber *Leach.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les observations que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie concernent plus particulièrement le développement des appendices de ces deux Isopodes et l'organe énigmatique appelé *organe dorsal* que les embryologistes ont signalé chez ces Crustacés et dont la présence a été reconnue chez plusieurs autres Édriophthalmes.

» La segmentation dans les *Porcellio* et les *Oniscus* est suivie de la formation, à l'un des pôles de l'œuf (future face ventrale de l'embryon) d'une lame blastodermique, constituée par une seule couche de cellules. Cette lame, en s'accroissant par ses bords, finit par envelopper complètement le globe vitallin ; mais, avant que ce résultat soit atteint, elle s'épaissit

---

(¹) L'enkystement, si fréquent chez les Infusoires d'eau douce, est exceptionnel chez les Infusoires marins. On en connaît quatre ou cinq cas dans la Science et jusqu'ici il n'a jamais été constaté que ces kystes résistent à une dessiccation prolongée.

par l'apposition de nouvelles strates de cellules et donne ainsi naissance à un véritable écusson épiblastique à éléments columnaires.

» Parvenu à ce stade, l'œuf s'allonge, et la plaque ventrale devenue elliptique se masque, suivant son grand axe, d'un sillon qui la divise en deux moitiés égales. Ce sillon est à son tour coupé, perpendiculairement à sa longueur, par des incisures parallèles qui le subdivisent en 21 bandes, au bord externe desquelles on voit bientôt apparaître un bourgeon. Ce bourgeon est le premier indice des appendices, diversement modifiés dans la suite, dont le Crustacé sera pourvu. Toutes ces bandes et tous ces bourgeons sont, à l'origine, complètement similaires; sauf toutefois la première, dont les deux moitiés sont élargies, dès l'abord, en forme de disques (disques céphaliques).

» Bientôt des différenciations se produisent dans les bourgeons segmentaires de la plaque ventrale et trois groupes peuvent être distingués : 1° un groupe antérieur ou céphalique composé de sept paires de bourgeons, en comprenant comme tels les disques céphaliques; 2° un groupe moyen ou thoracique possédant sept segments; 3° un groupe postérieur ou ventral formé des sept derniers zoonites.

» Nous considérons, avons-nous dit, les plaques céphaliques comme un premier zoonite, homologue aux suivants. De bonne heure, en effet, elles portent les cônes oculaires, d'abord non pigmentés, répartis à leur surface. C'est donc dans les *Oniscus* et les *Porcellio* un véritable membre oculifère, qui y demeure rudimentaire, contrairement à ce qu'on voit chez les Podophthalmaires, où le caractère appendiculaire de la tige oculaire est nettement accusé.

» Les six bourgeons céphaliques qui suivent donnent naissance, en se modifiant diversement : 1° aux antennes de la première paire; 2° aux antennes de la deuxième paire ou externes; 3° aux mandibules; 4° et 5° aux deux paires de mâchoires; 6° aux pattes-mâchoires.

» Les six zoonites antérieurs du groupe thoracique portent des bourgeons appendiculaires, qui s'allongent rapidement et deviennent les membres ambulatoires de cette région. Le septième segment n'est qu'indiqué, pour ainsi dire, et les appendices qu'il porte restent longtemps rudimentaires. Cet arrêt de développement du septième segment du thorax a été déjà signalé par Fritz Müller. Il a été observé chez plusieurs Isopodes. Chez certains, il persiste après l'éclosion, et l'animal ne possède, pendant un certain temps, que six paires de membres au thorax. Il peut même avoir pour conséquence la disparition complète du septième zoonite,

ainsi qu'on le constate chez les *Serolis*. Dans l'*Oniscus* et le *Porcellio*, cette réduction n'est que temporaire et, plus tard, ce zoonite et ses membres atteignent les dimensions normales. Ce développement retardé du septième zoonite thoracique provient probablement d'une influence atavique, dont on ne peut donner actuellement une explication satisfaisante.

» Le groupe abdominal a ses six premiers segments pourvus de bourgeons appendiculaires; le septième ou telson en est dépourvu.

» Parlons maintenant de l'organe dorsal de l'*Oniscus* et du *Porcellio*. Dans ces deux genres, il existe une disposition particulière des enveloppes de l'embryon qui, mal interprétée, il nous semble, a fait croire à l'existence d'un organe embryonnaire spécial dans la région dorsale.

» L'œuf possède une membrane externe, lui servant de coque, à laquelle nous conserverons le nom de *chorion*, adopté par les auteurs qui traitent de l'embryogénie des Isopodes. Au-dessous du chorion existe une deuxième enveloppe, beaucoup plus mince, qu'on a considérée comme une cuticule blastodermique, mais dans laquelle Clauss veut retrouver, avec plus de vraisemblance, l'analogue du *deutovum* décrit par Claparède chez les Acariens. Au-dessous du *deutovum*, on trouve deux feuillets membraneux très délicats qui, d'après nos observations, ne seraient autre chose qu'un sac amniotique rappelant celui qu'on rencontre chez les Insectes. Seulement ce sac amniotique n'enveloppe pas complètement l'embryon; mais, incomplètement fermé dans la région dorsale, il y forme une sorte de large ombilic, au fond duquel on voit à nu l'épiblaste de l'embryon, dont les cellules, en ce point, ont acquis plus d'épaisseur.

» C'est cette dépression ombilicale qu'on a prise, chez les *Oniscus* et les *Porcellio*, pour un organe spécial, dont la nature a exercé la sagacité des embryologistes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure du système nerveux larvaire de la* Stratiomys strigosa. Note de MM. **F. Henneguy** et **A. Binet**, présentée par M. Ranvier.

« L'anatomie microscopique des ganglions composant la chaîne nerveuse sous-intestinale des Insectes a été, jusqu'ici, presque complètement négligée par les auteurs; les notions qu'on possède sur ce sujet si intéressant sont de dates anciennes; elles sont dues aux travaux de Newport et de Leydig, qui, ne disposant que d'une technique insuffisante, ne sont point arrivés à éclaircir la structure si compliquée d'un ganglion.

» Au cours des recherches que l'un de nous poursuit, avec la méthode des coupes, sur la disposition de la substance fibrillaire qui occupe, comme on sait, la partie centrale d'un ganglion nerveux d'Insecte ([1]), nous avons eu l'occasion d'observer, dans le système nerveux de quelques larves de Diptères (*Stratiomys, Eristalis*) une disposition curieuse sur laquelle nous désirons appeler l'attention.

» Si l'on prend comme base de description la chaîne nerveuse de *Stratiomys*, qui présente un haut degré de concentration, on remarque que chaque ganglion est uni au ganglion voisin par une paire de connectifs très courts; chaque connectif est constitué par un faisceau de fibres qui présente, dans une partie de sa longueur, une forme à peu près cylindrique; en pénétrant dans la substance fibrillaire de chaque ganglion, le connectif ne conserve pas cette forme cylindrique; ses fibres nerveuses s'écartent et parcourent le ganglion dans plusieurs plans différents; au niveau de ce point de pénétration des connectifs se trouve une cellule à noyau très apparent et très volumineux; cette cellule occupe le centre du connectif; elle est placée à une petite distance de la cloison conjonctive qui sépare deux ganglions voisins; il existe dans chaque ganglion quatre de ces cellules, auxquelles nous pouvons donner, pour rappeler leur disposition, le nom de *cellules des connectifs*.

» De chaque cellule part un certain nombre de fibres rayonnantes, qui prennent, sur une coupe transversale, l'aspect d'une rosace dont le noyau cellulaire formerait le centre; les fibres qui rayonnent autour de ce centre ne restent pas simples : elles présentent, en certains points de leur trajet, plusieurs rameaux secondaires; ces fibres et ces fibrilles viennent se perdre dans l'enveloppe conjonctive des connectifs; les fibres nerveuses de ceux-ci passent à travers les espaces laissés libres par les fibrilles rayonnantes.

» La cellule des connectifs et ses fibres ne sont point contenues dans un même plan; des coupes pratiquées dans le sens horizontal et dans le sens longitudinal montrent avec une grande netteté que la cellule dirige ses prolongements fibrillaires vers la cellule qui lui fait vis-à-vis dans le ganglion voisin; l'ensemble représente assez bien une cupule dont le fond serait occupé par la cellule, dont la concavité serait tournée vers la périphérie du ganglion, et dont la surface serait formée par les fibres rayonnantes.

([1]) A. Binet, *Société de Biologie;* 25 juin, 9 juillet et 20 novembre 1891.

» Nous ne sommes point encore fixés sur le rôle joué par cet élément nouveau; ses réactions en présence de matières colorantes semblent démontrer qu'il est de nature conjonctive; on peut en effet obtenir des préparations où les colorations sont suffisamment électives pour intéresser seulement la cellule des connectifs et la membrane conjonctive du ganglion, tandis que les fibres nerveuses des connectifs et de la substance ponctuée restent incolores. On peut considérer cette cellule comme représentant une membrane perforée à travers laquelle passent les fibres du connectif.

» Il existe dans d'autres régions du ganglion nerveux de *Stratiomys*, et aussi dans les ganglions d'autres types d'Insectes, un grand nombre de cellules conjonctives, de grande dimension et à noyaux très apparents; mais nous n'avons pas réussi à constater l'existence de fibrilles partant de ces cellules; des recherches ultérieures sont donc nécessaires pour fixer la relation exacte de ces éléments divers avec la cellule des connectifs.

» Nous décrirons, dans une Communication ultérieure, la destinée de la cellule des connectifs dans la pupe et dans l'imago de la *Stratiomys* (1). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la nutrition dans le diabète.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note précédente (2), j'ai montré que les hydrates de carbone ingérés à l'état d'amidon ou de glucose sont convertis dans l'organisme en graisses avec dégagement d'acide carbonique, et que ce dégagement peut servir de mesure à la quantité de glucose ainsi transformé. Il était intéressant de voir si l'on obtiendrait un pareil dégagement d'acide carbonique chez les glycosuriques. J'ai pu soumettre à cette expérience deux diabétiques.

» Le premier, pesant 83^{kg}, éliminait en moyenne 300^{gr} de glucose en vingt-quatre heures par ses urines; son quotient respiratoire à jeun était 0,78. Après un repas de 1^{kg} de pommes de terre, ce quotient devint 0,74; 0,72; 0,82. Dans les six heures qui suivirent le repas, il élimina, par les urines, 400^{gr} de sucre environ.

» Le deuxième individu, pesant 72^{kg}, soumis au régime antidiabétique, rendait des quantités de glucose beaucoup plus faibles : 90^{gr} par jour environ. Son quotient

(1) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

(2) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 371.

respiratoire, qui était de 0,71, à jeun, s'éleva à 0,83 après un repas de pommes de terre. Celui-ci n'avait donc pas encore entièrement perdu la faculté d'assimiler le glucose, mais cette faculté était infiniment plus faible que chez l'individu sain. Il est à remarquer que ces deux individus étaient des diabétiques gras.

» Le diabète glycosurique est donc constitué par la non-transformation du glucose en graisse ; le malade est privé de l'un de ses deux modes de formation des graisses dans l'organisme. Si, en outre, une altération du suc pancréatique s'oppose à l'absorption des graisses en nature, la consomption arrive rapidement et le diabète maigre est constitué.

» Le dosage du glucose dans l'urine ne suffit pas pour apprécier l'état d'un diabétique ; cette quantité varie en effet avec l'alimentation, et elle ne nous renseigne que sur les accidents que peut amener la saturation plus ou moins grande de l'organisme en glucose. Au contraire, les variations du quotient respiratoire avant et après un repas composé de féculents nous fournissent une mesure exacte de la quantité de glucose utilisée par le malade, et nous donnent par conséquent une mesure de son pouvoir glycolytique total.

» Ainsi, on peut voir par les nombres que j'ai rapportés plus haut que le premier malade avait un quotient respiratoire identique avant et après le repas, c'est-à-dire que, chez lui, le diabète était total et la glycolyse nulle. Le second, au contraire, présentait un léger accroissement d'acide carbonique après le repas et, par conséquent, utilisait encore une faible partie du glucose absorbé.

» On sait que, chez les glycosuriques, l'antipyrine a la propriété de diminuer l'excrétion du glucose, l'alimentation restant la même. J'ai étudié, chez le premier malade, la variation du quotient respiratoire après l'avoir soumis à une dose de 4^{gr} d'antipyrine par jour. Voici les résultats obtenus :

	Quotient respiratoire	
	à jeun.	après un repas de pommes de terre
Avant le traitement...........	0,78	0,75
Après 4 jours d'antipyrine.....	0,76	0,78
» 6 »	0,80	0,79

» On voit que l'antipyrine n'agit pas en rétablissant la fonction glycolytique normale. Je me propose de rechercher ce que devient dans ce cas l'amidon ingéré.

» La mesure du quotient respiratoire est une opération délicate exi-

geant des appareils précis et une grande patience de la part du malade et de l'expérimentateur. Si l'on se rappelle que nous avons démontré précédemment que la ventilation croît avec la quantité d'acide carbonique exhalé, on voit que, après le repas, il y aura, chez l'individu sain, accroissement de ventilation occasionné par le dégagement de CO^2 qui accompagne la transformation du glucose en graisse. Le maximum de ventilation a lieu environ deux heures après le repas. Chez les diabétiques, l'accroissement de ventilation varie avec le pouvoir glycolytique, ainsi que le montrent les nombres suivants :

	Nombre de litres d'air expiré en une heure	
	avant le repas.	après un repas de féculents.
Chez l'homme sain (moyenne de quatre heures).	306	432
» deux heures après le repas..	306	508
Chez le diabétique (moyenne de trois heures)..	387	428
» deux heures après le repas..	387	401

» On voit combien varie, de l'homme sain au diabétique, l'accroissement de la ventilation avant et après le repas. Cette détermination, facile à exécuter, peut fournir à la clinique un renseignement précieux, plus utile pour l'étude de la marche de la maladie que le dosage du glucose dans l'urine. »

ECONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'effeuillage de la vigne et la maturation des raisins*. Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'habitude d'effeuiller la vigne quelque temps avant la vendange, dans le but d'activer ou de compléter la maturation du raisin, existe dans certaines régions viticoles, et particulièrement dans le sud-ouest et dans l'est de la France. Cet effeuillage se pratique ordinairement sur les feuilles qui ombragent le raisin, c'est-à-dire celles qui se sont développées sur les parties inférieures des ceps. La proportion qu'on en enlève atteint 20, 25 et même 30 pour 100 de la totalité des feuilles. J'ai cherché, par des expériences directes, si cet effeuillage est basé sur une interprétation judicieuse des faits, ou s'il constitue une de ces pratiques qui se transmettent de génération en génération dans les usages des agriculteurs, sans qu'une observation rigoureuse en ait démontré l'utilité.

» Si, d'un côté, l'action directe des rayons solaires sur le raisin, la circulation plus facile de l'air, la dessiccation plus rapide des eaux météoriques condensées sur la grappe, effets produits par l'effeuillage, peuvent être favorables au développement des grains, on peut se demander si, à l'époque où l'accumulation des matières sucrées dans le raisin doit se produire, l'ablation d'une forte proportion de feuilles, ayant encore toute leur vitalité et dont la fonction prédominante est précisément l'élaboration de la matière sucrée, n'est pas plus nuisible qu'utile. Déjà quelques essais ont paru confirmer cette dernière manière de voir ([1]).

» Mes observations ont été faites dans le vignoble des Vergnes et Beaulieu (Gironde), dans lequel l'effeuillage est pratiqué de temps immémorial et regardé comme indispensable à la maturation.

» Dans ce vignoble, d'une contenance de 200 hectares environ, la vigne, constituée exclusivement par des cépages français, est défendue depuis plus de dix ans au moyen du sulfocarbonate de potassium, suivant le procédé dû à J.-B. Dumas. La vigne est pleine de vigueur et donne d'abondantes récoltes.

» J'ai choisi, dans ce vignoble, des surfaces présentant une végétation uniforme et un même degré de maturation. L'analyse des raisins a été faite environ quinze jours avant la vendange et, en même temps, l'effeuillage a été pratiqué sur un certain nombre de pieds. Pendant la durée des observations, le temps s'est maintenu au beau d'une façon presque constante et l'influence directe des rayons solaires a pu produire tout son effet sur les plants effeuillés. Au moment de la vendange, les raisins ont de nouveau été examinés. Voici quelques-uns des résultats observés :

	Malbec (Côte rouge).			Merlot.		
	2 octobre.	13 octobre.		2 octobre.	13 octobre.	
	Avant l'effeuillage.	Pieds non effeuillés.	Pieds effeuillés.	Avant l'effeuillage.	Pieds non effeuillés.	Pieds effeuillés.
Densité du moût (Baumé)......	9°,20	12°,3	10°,0	8°,8	11°,4	9°,0
Glucose p^r 100^{cc}..	16gr,35	22gr,78	17gr,48	15gr,19	19gr,93	15gr,37
Acidité par litre.	7gr,96	5gr,31	6gr,02	7gr,08	5gr,31	6gr,73

» Dans ces expériences, l'effeuillage a donc eu un résultat très défavorable; les raisins des plants effeuillés sont restés acides et ne se sont presque pas enrichis en sucre : ils ont donné un vin peu coloré et de qualité très inférieure. Cette action de l'effeuillage, pratiqué d'ailleurs dans

---

([1]) Muller, *Bot. Centralbl.*, t. XXVII, p. 116; A. Lévy, *Ann. agr.*, t. VI, p. 100; t. VII, p. 230; C. Saint-Pierre et Magnien, *Ann. agr.*, t. IV, p. 161.

des conditions normales, ne peut être mieux comparée qu'à une attaque tardive de mildew, qui a également pour résultat de supprimer le travail d'une partie des feuilles.

» Il faut, d'ailleurs, faire remarquer que les feuilles qu'enlèvent les viticulteurs sont des feuilles adultes, qui n'ont plus besoin d'élaborer de matériaux pour leur propre accroissement, et qui disposent, en faveur du grain, de la matière sucrée produite dans leurs tissus.

» Ces constatations s'appliquent à l'année 1891 où l'automne a été relativement sec. Dans ces conditions, l'effeuillage me semble devoir être abandonné; mais, dans une année pluvieuse, où l'eau reste adhérente à la grappe et peut provoquer la pourriture, les résultats eussent pu être différents. Avant de condamner l'effeuillage d'une façon définitive, j'aurai donc à l'étudier dans d'autres conditions climatériques. Cependant, les résultats rapportés plus haut montrent que, lorsque cette pratique est reconnue nécessaire, elle ne doit s'exercer qu'avec plus de modération que n'en mettent les viticulteurs.

» Le but principal qu'on poursuit par l'effeuillage paraît être l'action directe des rayons solaires sur les grains de raisin. J'ai voulu étudier cette action, indépendamment de l'ablation des feuilles, tant au point de vue de l'élévation de la température des grains, lorsque les feuilles ne leur servent plus d'écran, qu'à celui des modifications qui se produisent sous cette influence dans la composition du moût. Les observations qui ont été faites sur ce sujet ont montré :

» 1° Que, par les temps couverts et pendant la nuit, la température des grains est très sensiblement égale à celle de l'air ambiant;

» 2° Qu'au soleil, les grains s'échauffent rapidement et atteignent une température supérieure de 15° à 20° à celle des grains restés à l'ombre des feuilles;

» 3° Que l'échauffement des grains est d'autant plus grand que la pellicule est plus colorée, les raisins rouges ayant toujours, au soleil, une température plus élevée de plusieurs degrés que les raisins blancs;

» 4° Que l'élévation de la température du grain ne paraît pas augmenter la richesse saccharine; en effet, les raisins blancs, dont l'échauffement est sensiblement inférieur à celui des raisins rouges, m'ont donné constamment une richesse saccharine supérieure à celle de ces derniers. En outre, en prenant dans un certain nombre de grappes de raisins rouges, d'un côté les grains exposés au midi et recevant le maximum de rayons solaires, et de l'autre, sur les mêmes grappes, les grains exposés au nord et rece-

vant le minimum de rayons solaires, je n'ai point trouvé de différence dans la richesse saccharine du moût.

» En étudiant la respiration des grains à diverses températures, j'ai, d'ailleurs, constaté qu'à celle de 39° qu'atteignent souvent les raisins au mois d'octobre, la quantité d'acide carbonique produit est environ cinq fois plus grande qu'à celle de 17°. Il y a donc, dans les grains plus chauds, une cause notable de destruction de la matière sucrée.

» Ces diverses observations permettent de dire que l'élévation de la température des grains, due à l'action directe des rayons solaires, n'est pas une cause d'enrichissement en sucre.

» En répétant ces observations sur la proportion des acides du raisin, les résultats ont été différents, et j'ai constamment remarqué que, dans les grains échauffés par l'accès des rayons solaires, la proportion d'acide diminuait sensiblement. Voici un exemple de ce fait :

	Moût des raisins	
	mûris au soleil.	mûris à l'ombre.
	gr	gr
Glucose pour 100^{cc}	17,96	17,96
Acidité par litre	4,96	5,66

» M. Pasteur avait déjà observé que la lumière directe du soleil a une action pareille sur le vin.

» Cet effet doit être regardé comme utile dans les régions où la maturation est souvent tardive ou incomplète, et où le vin garde alors une quantité d'acide qui le rend de qualité inférieure. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur une Communication récente de M. J. Passy, concernant les minimums perceptibles de quelques odeurs*. Note de M. **Charles Henry**.

« Les nombres que cite M. J. Passy ne représentent pas, comme il le dit, les poids de vapeur existant, d'après moi, dans 1^{cc} d'air, lors de la sensation minima, mais les poids qui ont passé *successivement* dans 1^{cc} d'air lorsque cette sensation se produit : ce qui est bien différent [1].

[1] « J'ai considéré le minimum perceptible de l'odeur comme le poids de vapeur qui a passé successivement du réservoir dans le tube de l'olfactomètre divisé par le volume total parfumé. » (*Comptes rendus*, 20 avril 1891.)

» L'objection sur le minimum perceptible de l'éther de mon sujet D, qui serait supérieur à la quantité maximum de vapeur qui peut être contenue dans 1^{cc} d'air saturé à la température de l'expérience, n'est donc pas fondée.

» Si l'on appelle P_0 le poids qui a passé successivement du réservoir d'odeur dans le tube de l'olfactomètre, p le poids absorbé par les narines, n le nombre des inspirations, r le rapport du volume d'air et de vapeur odorante absorbé à chaque inspiration au volume moyen du tube, rapport variable suivant les sujets et suivant l'odeur, j'ai montré (*Comptes rendus*, 20 avril 1891) qu'on a

$$p = \frac{P_0 n r}{3}.$$

» Pour obtenir un minimum perceptible, conforme à la définition de M. J. Passy, il faudrait diviser p par le volume mal déterminé v des cavités nasales et autres dans lesquelles se diffuse l'odeur. Dans l'expérience de mon sujet D, $P_0 = 49800$ millièmes de milligramme; $n = 40$; $r = 0,008$; pour rendre la démonstration plus frappante, posons $v = 10^{cc}$, nombre certainement trop petit, nous obtenons $\frac{p}{v} = 697,2$ millièmes de milligramme environ, la moitié à peu près du poids de vapeur qui sature 1^{cc}. D'ailleurs, il y a eu, dans ce cas, anesthésie provenant de ce que le sujet est éthéromane.

» Les nombres que j'ai obtenus jusqu'ici ne sont évidemment que des limites supérieures, car j'ai dû négliger, dans les calculs, les valeurs successives de la pression de la vapeur odorante dans l'intérieur du tube et le coefficient de diffusion de l'odeur : deux facteurs qui supposent la connaissance des densités de vapeur des parfums. Les méthodes classiques étant inapplicables à ces corps qui sont, en général, des combinaisons instables de corps très peu volatils, j'ai dû rechercher une nouvelle méthode dont j'étudie en ce moment l'application aux odeurs. J'espère être prochainement en état de faire les corrections nécessaires.

» Quant au procédé de M. Passy, peut-être me sera-t-il permis de faire les remarques suivantes : 1° Il est impossible, par un flacon, si grand qu'il soit, et par des gouttes de petitesse quelconque, d'atténuer l'odeur de l'alcool sans atténuer autant l'odeur du parfum; 2° les faits de dissociation, dans les cas de solutions étendues ou de vapeurs sous faible pression, sont fréquents; j'ai pu rendre sensibles des changements d'odeur pour les vapeurs très diluées d'éther, de wintergreen, etc. : l'éther prenant l'odeur de vanilline; le wintergreen, l'odeur de pomme, etc.; 3° l'alcool, selon la nature très diverse de ses impuretés inévitables (éthers, huiles empyreumatiques, etc.), agit très différemment et d'une manière

inconnue sur les essences; 4° l'alcool, même supposé pur (ce qui est impossible), agit d'une manière différente suivant la fonction chimique des composants de l'essence, composants qui, dans le cas de la menthe et du romarin, sont imparfaitement connus ([1]); 5° enfin la condensation des vapeurs par le verre, bien connue depuis les expériences de Regnault, détermine surtout, sur les parties supérieures du flacon (le fond ayant été légèrement chauffé), la production de gouttelettes émettant dans le nez de l'opérateur des vapeurs à une tension plus ou moins voisine de la tension maximum. Cette cause d'erreur est suffisante pour expliquer les nombres singulièrement petits qu'a obtenus M. J. Passy. »

M. **J. Mazzarella** adresse une Note « Sur la constitution des fonctions de variables réelles ».

M. **A. Basin** adresse une Note relative à « La traversée du détroit du Pas de Calais en tunnel dans la mer » et deux autres Notes concernant diverses questions de Mécanique appliquée.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 février 1892.

De la mesure du temps et réglage des montres et horloges, par M. J. Mayette. Lyon, Pitrat aîné, 1890; in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. X, 1891. Lyon, H. Georg; Paris, G. Masson, 1891; in-8°.

Société des ingénieurs civils. Annuaire de 1892. Paris, 1892; in-8°.

([1]) Pour les raisons 2°, 3°, 4°, on ignore, dans ce procédé, à quel corps on a affaire.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Volume supplémentaire : *Centenaire de la fondation de la Société.* Genève, 1891; in-4°.

L'identité entre les lois de Pflüger et celles de Brenner, prouvée par ma découverte de la double polarisation, par VIRGILIO MACHADO. Lisbonne, 1892; broch. in-8°.

Bulletin of the United States geological Survey, n°s 62, 65, 67 à 81 inclus. Washington, 1892; in-8°.

Tenth annual Report of the United States geological Survey to the secretary of the Interior, 1888-89, by J. W. POWELL, director. Part I : *Geology;* Part II : *Irrigation.* Washington, 1890; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 1er février 1892.)

Note de M. *E. Phragmén*, Sur une extension du théorème de Sturm :

Page 206, ligne 25, *au lieu de* $G(z), F'(z)$, *lisez* $G(z)F'(z)$.
Page 208, ligne 3, *au lieu de* $F(z)$, *lisez* $F'(z)$.

(Séance du 8 février 1892.)

Note de M. *Raoult*, Sur la détermination du point de congélation des dissolutions aqueuses très diluées; application au sucre de canne :

Page 270, ligne 6, *au lieu de* sans le toucher, *lisez* cette toile métallique, roulée en spirale lâche, enveloppe le réservoir du thermomètre, sans le toucher. »